

Renan Caleffi Quintino

**ANÁLISE DE METODOS DE PAVIMENTAÇÃO SOBRE VALAS
DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido(a) ao Departamento de
Engenharia Civil da Universidade
Federal de Santa Catarina para a
obtenção do Título de
Engenheiro Civil.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Liseane Padilha
Thives

Florianópolis
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor através do
Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Quintino, Renan Caleffi

Análise de métodos de pavimentação sobre valas de
esgotamento sanitário / Renan Caleffi Quintino ;
orientadora, Liseane Padilha Thives - Florianópolis, SC,
2014.

78 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.
Graduação em Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. Esgotamento sanitário. 3.
Pavimento asfáltico. I. Thives, Liseane Padilha. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia Civil. III. Título.


Renan Caleffi Quintino

**ANÁLISE DE METODOS DE PAVIMENTAÇÃO SOBRE VALAS
DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado(a) adequado(a)
para obtenção do Título de Engenheiro Civil, e aprovado em sua forma
final pelo Departamento de Engenharia Civil.

Florianópolis, 09 de Julho de 2014.

Prof. Luis Alberto Gomez, Dr.
Coordenador do Curso


Prof.^a Liseane Padilha Thives, Dr.^a
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Patologias no pavimento.....	10
Figura 2 – Esquema de metodologia.....	11
Figura 3 – Sistema separador absoluto.....	13
Figura 4 – Largura de remoção do pavimento	16
Figura 5 – Tipos de escoramento	19
Figura 6 – Zonas de reaterro	22
Figura 7 – Trincas longitudinais	30
Figura 8 – Trincas transversais	30
Figura 9 – Trincas interligadas.....	30
Figura 10 – Trincamento tipo bloco.....	31
Figura 11 – Afundamento por consolidação	31
Figura 12 – Afundamento plástico	32
Figura 13 – Escorregamento	33
Figura 14 – Esquema de metodologia adotada	36
Figura 15 – Sinalização noturna.....	38
Figura 16 – Largura do corte de pavimento, Rua Maçarico.....	38
Figura 17 – Remoção de blocos pedra irregular, Rua Acre	39
Figura 18a – Escavação de valas profundas.....	40
Figura 18b – Escavação de valas profundas	41
Figura 19 – Levantamento de patologias antes da execução	41
Figura 20 – Levantamento de patologias nas construções	41
Figura 21 – Escoramento com pontaleteamento	42
Figura 22 – Escoramento com chapas metálicas.....	42
Figura 23 – Esgotamento com ponteiros filtrantes.....	43
Figura 24 – Escavação com presença de água	43
Figura 25 – Assentamento de tubulações.....	44
Figura 26 – Assentamento de tubulação e execução de PV	45
Figura 27 – Compactação mecânica, Rua Pernambuco	45
Figura 28 – Compactação manual, Rua Maçarico	46
Figura 29 – Execução de base de macadame hidráulico, Rua Acre.....	47
Figura 30 – Aplicação de base de brita graduada, Rua Acre	47
Figura 31 – Compactação com rolo de pneus, Rua Pernambuco.....	48
Figura 32 – Compactação com placa vibratória, Rua Maçarico	48
Figura 33 – Mapa de situação, Rua Acre	50
Figura 34 – Afundamento local, ligação domiciliar.....	51
Figura 35 – Trinca no Poço de Visita.....	51
Figura 36 – Mapa de situação, Rua Pernambuco	52

Figura 37 – Trinca no em torno de PV's, Rua Pernambuco.....	53
Figura 38 – Afundamentos sobre ramal domiciliar	53
Figura 39 – Mapa de situação, Avenida dos Tucanos	54
Figura 40 – Afundamento por consolidação, Avenida dos Tucanos.....	55
Figura 41 – Trincas Interligadas com erosão, Avenida dos Tucanos....	55
Figura 42 – Mapa de situação, Rua Mergulhão.....	56
Figura 43 – Afundamento por consolidação, Rua Mergulhão.....	57
Figura 44 – Afundamento localizado sobre ramal domiciliar	57
Figura 45 – Afundamento localizado sobre ramal domiciliar	58
Figura 46 – Afundamento localizado sobre ramal domiciliar	59
Figura 47 – Trincas interligadas, Rua Maçarico	59
Figura 48 – Ocorrência de trincas	61
Figura 49 – Preenchimento do rebaixo.....	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – IGG	34
Quadro 2 – Defeitos no pavimento	34
Quadro 3 – Levantamento das patologias, Rua Pernambuco.....	68
Quadro 4 – Levantamento das patologias, Rua Pernambuco.....	69
Quadro 5 – Levantamento das patologias, Avenida dos Tucanos.....	34
Quadro 6 – Levantamento das patologias, Avenida dos Tucanos.....	71
Quadro 7 – Levantamento das patologias, Rua Mergulhão	72
Quadro 8 – Levantamento das patologias, Rua Maçarico.....	73
Quadro 9 – Cálculo do IGG, Rua Pernambuco.....	74
Quadro 10 – Cálculo do IGG, Avenida dos Tucanos.....	75
Quadro 11 – Cálculo do IGG, Rua Mergulhão	76
Quadro 12 – Cálculo do IGG, Rua Maçarico.....	77
Quadro 13 – Cálculo do IGG geral	78

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	09
1.1	OBJETIVOS	10
1.1.1	Objetivo Geral.....	10
1.1.2	Objetivos Específicos	10
1.1	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	11
1.2	METODOLOGIA	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	SISTEMA COLETIVO DE ESGOTO SANITÁRIO	12
2.2	EXECUÇÃO DE OBRAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	12
2.2.1	Diretrizes de Projeto	14
2.2.2	Diretrizes de Execução	14
2.3	RECUPERAÇÃO DO PAVIMENTO	25
2.3.1	Recomendações Técnicas Gerais	25
2.3.2	Procedimentos Executivos	26
2.4	PATOLOGIAS EM PAVIMENTO ASFÁLTICOS	27
2.4.1	Desempenho Funcional.....	28
2.4.2	Desempenho Estrutural.....	28
2.4.3	Avaliação dos Pavimentos Flexíveis	29
2.4.3.1	Defeitos nos pavimentos asfálticos	29
2.4.3.2	Avaliação objetiva da superfície de pavimentos asfálticos	33
3	METODOLOGIA DO TRABALHO.....	35
3.1	MÉTODOS	37
3.2	MATERIAIS	37
3.2.1	Obra em Estudo	37
3.2.1.1	Sinalização	37
3.2.1.2	Rompimento da pavimentação	38
3.2.1.3	Escavação	39
3.2.1.4	Escoramento	42
3.2.1.5	Esgotamento	43
3.2.1.6	Assentamento	44
3.2.1.7	Reenchimento da vala	45
3.2.1.8	Recomposição de pavimento	46
4	RESULTADOS.....	49
4.1	CRITÉRIO PARA COLETA DE DADOS	49
4.2	ANÁLISE DOS TRECHOS	49
4.2.1	Rua Acre	50
4.2.2	Rua Pernambuco.....	52
4.2.3	Avenida dos Tucanos	54
4.2.4	Rua Mergulhão	56
4.2.5	Rua Maçarico	58

4.3	RESUMO DOS DADOS.....	60
4.4	ANÁLISE DAS CAUSAS.....	61
4.5	SOLUÇÕES	61
4.5.1	Afundamento sem solevamento lateral	62
4.5.2	Trincas entre o remendo e o pavimento existente	63
4.5.3	Patologias relacionadas com poços de visita	63
4.5.4	Outras Patologias.....	64
5	CONCLUSÕES	64
	REFERÊNCIAS.....	66
	APÊNDICE A – Levantamento das patologias	68
	APÊNDICE B – Cálculo do IGG.....	74

1. INTRODUÇÃO

O governo brasileiro criou em 2007 o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) para a retomada do planejamento e execução de grandes obras de infraestrutura social, urbana, logística e energética do país, de modo a contribuir para o seu desenvolvimento acelerado e sustentável (BRASIL, 2014).

Em 2011, o PAC entrou na sua segunda fase, com a mesma estratégia, no entanto, aprimorada pelos anos de experiência da fase anterior. Esta fase conta com mais recursos e mais parcerias com estados e municípios e execução de obras estruturantes para melhorar a qualidade de vida nas cidades brasileiras (BRASIL, 2014).

Entre as principais obras compreendidas no PAC estão os sistemas de esgotamento sanitário e de abastecimento de água. Este tipo de empreendimento requer cuidados específicos, principalmente devido à baixa visibilidade deste tipo de obra, às incertezas presentes em projeto, às dificuldades de execução e aos danos causados ao entorno e a vizinhança no local de implantação.

Dentre os prejuízos causados às localidades atendidas por obras de esgotamento sanitário e abastecimento de água destaca-se a remoção e a deterioração do pavimento nas vias. A pavimentação sobre as valas é uma das etapas fundamentais e que demanda muita cautela. Além disso, a recomposição do pavimento, em geral, necessita de cuidados em várias etapas da obra e não apenas na etapa final, fator raramente considerado pelos profissionais envolvidos.

Um pavimento que não é recomposto seguindo normas e exigências de controle de qualidade, poderá apresentar problemas como afundamentos, trincas, desgaste, escamação, descolamento, solapamento, buracos, estriagem, entre muitos outros, prejudicando a circulação dos veículos nas vias, podendo ocasionar acidentes, desconforto dos usuários, aumento no tempo da viagem e, ainda ter custos para reparos e retrabalhos no local da intervenção (BALBO, 1997 apud LOPES, 2006).

A falta de cuidado na reabilitação e compactação do pavimento removido torna comum nas ruas das cidades a presença de afundamentos, buracos e panelas, resultando em problemas de funcionalidade e causando desconforto aos usuários. Como exemplo, a Figura 1 apresenta patologias como resultado de um pavimento recomposto de forma inadequada após a abertura de uma vala de esgotamento sanitário.

Este trabalho trata da análise e avaliação da execução de obras de recomposição de pavimento sobre valas de esgotamento sanitário. Serão avaliadas as normas e as recomendações dos procedimentos necessários para reabilitação do pavimento.

Figura 1 – Patologias no pavimento.



Fonte: O Autor.

A análise em campo possibilitará estabelecer um comparativo entre estes serviços e o que é exigido por norma . Com base nos resultados obtidos, visa-se contribuir para a melhoria da qualidade deste tipo de obra.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral descrever a execução da recomposição do pavimento asfáltico sobre valas de obras de esgotamento sanitário em comparação com o prescrito nas normativas.

1.1.2. Objetivo específico

Como objetivos específicos têm-se:

Acompanhar obras de execução de rede de esgotamento sanitário e sua recomposição do pavimento e mostrar como elas são e devem ser realizadas. Relacionar os defeitos encontrados no revestimento e classificá-los quanto a sua origem e funcionamento. Avaliar os resultados obtidos e propor uma solução para minimizar ou eliminar as patologias observadas.

1.2. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho encontra-se dividido em cinco capítulos conforme apresentado a seguir.

Capítulo 1, Introdução, com apresentação do tema da pesquisa, dos objetivos a serem alcançados e organização e disposição do mesmo.

Capítulo 2, Revisão bibliográfica, a qual abrange assuntos necessários para o perfeito entendimento deste trabalho. Este capítulo é baseado em normas técnicas vigentes e recomendações frequentes de órgãos municipais e estaduais quanto à execução de obras de esgotamento sanitário e a recomposição de pavimento.

Capítulo 3, Materiais e métodos, com a descrição dos recursos e ferramentas utilizados para execução do trabalho, além da maneira como ele foi desenvolvido.

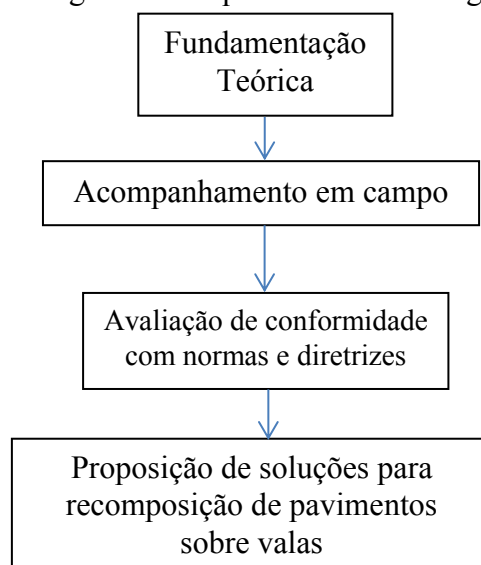
Capítulo 4, Estudo de caso e resultados, com a avaliação dos dados obtidos em campo e apresentação dos resultados processados. Nesta etapa são apresentadas as patologias observadas nos trechos e as causas das mesmas.

Capítulo 5 – Conclusões e sugestões para trabalhos futuros, são resumidos os resultados obtidos e propostas soluções para os problemas apresentados anteriormente. Além de sugeridos temas a serem abordados em novas pesquisas visando complementar as conclusões deste trabalho.

1.3. METODOLOGIA

A Figura 2 apresenta o esquema de metodologia utilizado nesse trabalho.

Figura 2 – Esquema de metodologia.



Fonte: O Autor.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na revisão bibliográfica são abordados os assuntos necessários para o completo entendimento do trabalho. Entre eles destaca-se a descrição do funcionamento do sistema de esgotamento sanitário e as diretrizes dos serviços de execução da rede de esgoto e da recomposição de pavimento. Também são descritas, ao final deste capítulo, as patologias presente no pavimento sobre as valas e os métodos de avaliação de serventia do mesmo.

2.1. SISTEMA COLETIVO DE ESGOTO SANITÁRIO

Para o completo entendimento a respeito das patologias no pavimento sobre as valas de esgotamento sanitário devemos entender qual a importância, do que é constituído e como é executado um sistema de esgotamento sanitário.

As ações de saneamento básico compreendem, principalmente, o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário e o manejo adequado das águas pluviais e dos resíduos sólidos. Essas ações integradas são indispensáveis para que várias enfermidades não ocorram em uma comunidade.

Muitas doenças são veiculadas a partir de fezes humanas e podem ser transmitidas de uma pessoa doente para uma sadia por meio da água ou pelo contato com o ambiente contaminado por dejetos. O Brasil é um país com profunda desigualdade social, que torna um desafio as ações de promoção da saúde. Infelizmente, ainda é precário no Brasil o atendimento à população por serviços de saneamento básico, especialmente o esgotamento sanitário (ReCESA, 2008).

Devido ao lançamento de efluentes de esgoto sem tratamento, com elevada carga de poluição, nos recursos hídricos e suas proximidades, a população está sujeita a captar água de poços ou de mananciais superficiais, imprópria sanitariamente para consumo humano (ReCESA, 2008).

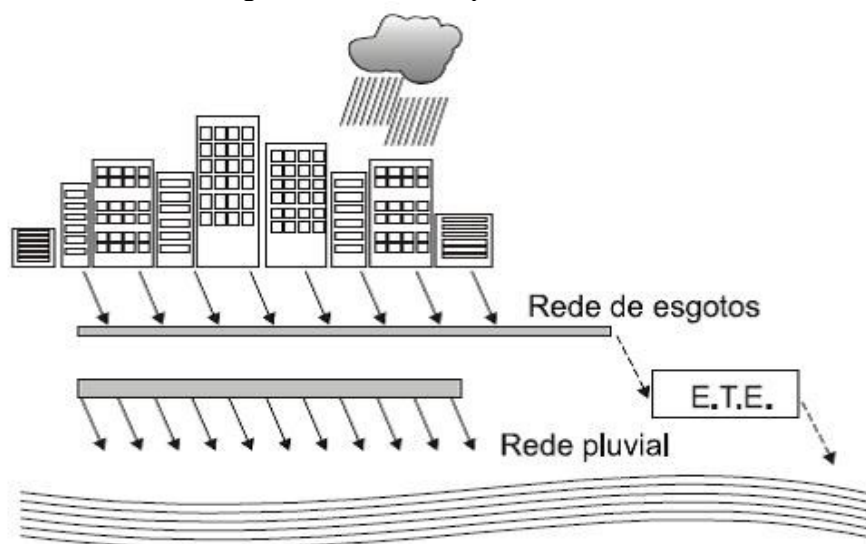
A inexistência de sistemas adequados para a destinação dos dejetos pode resultar no contato do homem com os mesmos, ocasionando a transmissão de várias doenças. Muitos microrganismos patogênicos estão presentes nas fezes humanas e podem alcançar outras pessoas por diversas maneiras, causando-lhes doenças (ReCESA, 2008).

A falta de sistemas de coleta, tratamento e destinação final dos esgotos sanitários, resulta em formas inadequadas para sua disposição, tais como: lançamento em corpos de água, disposição em terrenos, infiltração no solo e consequente poluição da água subterrânea. Com isso, favorece-se o contato, de forma indireta, das pessoas com os dejetos, ocasionando a proliferação de doenças (ReCESA, 2008).

Isso ressalta a necessidade da adoção de sistemas adequados para destinação dos resíduos líquidos, especialmente a execução de serviços coletivos de coleta, tratamento e destinação final de esgotos domésticos (ReCESA, 2008).

Os sistemas coletivos podem ser divididos em dois: parcial e absoluto. O primeiro recebe uma parcela das águas de chuva provenientes de telhados e pátios das edificações e o segundo, tem suas tubulações separadas, ou seja, uma exclusiva para a coleta de esgotos e outra para transportar as águas de chuva. No Brasil, comumente, utiliza-se o sistema separador absoluto (ABNT, 1986).

Figura 3 – Sistema separador absoluto.



Fonte: (Em: <http://aquafluxus.com.br/>. Acesso em 03 de maio 2014).

Segundo a NBR9648 (1986), sistema de esgoto sanitário separador é conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar somente esgoto sanitário a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro.

Um sistema de esgoto sanitário é constituído por diversos componentes, por exemplo, os interceptores, os emissários, as elevatórias, as estações de tratamento e as redes coletoras, as quais são essenciais para o entendimento deste trabalho.

As redes coletoras são tubulações que recebem os esgotos gerados nas residências, estabelecimentos comerciais e industriais. E são implantadas sob as vias ou passeios, sendo dotadas de poços de visita, para inspeção e introdução de equipamentos de limpeza (SANEAGO, 2014).

2.2. EXECUÇÃO DE OBRAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

2.2.1. Diretrizes de Projeto

Para o adequado funcionamento de um sistema de esgotamento sanitário é necessário uma boa execução da obra que atenda pela qualidade dos serviços executados e dos materiais empregados. Porém manter o padrão deste tipo de empreendimento requer um projeto adequado à realidade, que seja baseado em estudos preliminares e conhecimento a respeito do local de implantação.

Algumas premissas de projeto influenciam diretamente no resultado obtido na pavimentação e é de extrema importância que sejam seguidas com rigor. Grande parte das diretrizes de execução de órgãos públicos como prefeituras de grandes cidades e órgãos de engenharia do governo, tornam explícito a obediência aos procedimentos de projeto autorizando sua alteração apenas em casos especiais com o aval da fiscalização.

Dentre as disposições construtivas previstas em projeto mais importantes para a pavimentação, destacam-se a altura mínima de recobrimento e a distância de assentamento da tubulação em relação ao meio-fio ou ao eixo da via. Entende-se por recobrimento a altura entre a geratriz superior do tubo assentado e a superfície do terreno em questão como visto na figura:

2.2.2 Diretrizes de Execução

Com a conclusão do projeto executivo e do detalhamento do mesmo dá-se início a execução da obra seguindo uma série de etapas para que seja garantida a segurança, o controle e a qualidade dos serviços realizados. Segundo a NBR 9814 (1987) as etapas a serem seguidas são as seguintes:

- a) locação;
- b) sinalização;
- c) levantamento ou rompimento da pavimentação;
- d) escavação;
- e) escoramento;
- f) esgotamento;
- g) assentamento, tipos de apoio e envolvimento;
- h) juntas;
- i) reenchimento;

- j) poços de visita;
- l) ligações prediais;
- m) ensaios;
- n) reposições;
- o) cadastramento.

a) Locação

A locação consiste no processo de transferência dos dados e medidas do projeto para o terreno, representa uma das fases mais importantes da obra, pois qualquer erro pode proporcionar problemas com alto custo para sua correção no futuro.

Durante esse processo são demarcados o traçado da rede e os pontos dos órgãos acessórios tais como poços de visita (PV), terminais de limpeza (TL) e caixas de inspeção(CI). Além disso, é feito o nivelamento da cota de fundo da vala para a obtenção da declividade correta da tubulação prevista em projeto.

b) Sinalização

De acordo com o Manual de Obras da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo a sinalização de obras consiste num conjunto de placas e dispositivos com características visuais próprias, cuja função principal é garantir segurança dos usuários e trabalhadores e a fluidez do tráfego nas áreas afetadas por intervenções temporárias tais como: realização de obras, serviços de pavimentação, sinalização, topografia, remoção de interferências e situações de emergência como rompimento de dutos e pavimentos.

Nas obras de implantação de redes de esgoto a situação não se diferencia destes outros tipos de intervenção, sendo necessária a instalação de sinalização adequada para garantir a segurança de todos os indivíduos afetados direta e indiretamente.

Segundo a NBR 9814 (1987) Execução de Rede Coletora de Esgoto Sanitário, a execução dos serviços deve ser protegida e sinalizada contra riscos e acidentes. O local de trabalho deve ser cercado por meio de cavaletes e tapumes de contenção do material escavado, mantendo livre o escoamento superficial de águas das chuvas e deixando passagem livre, sempre que possível, para o transito de veículos. A passagem de pedestre também deve ser desimpedida e protegida assegurando aos pedestres, circulação adequada pela via ou pelo passeio.

São alguns parâmetros fixados pelo Código de Trânsito Brasileiro (CTB), referentes à sinalização:

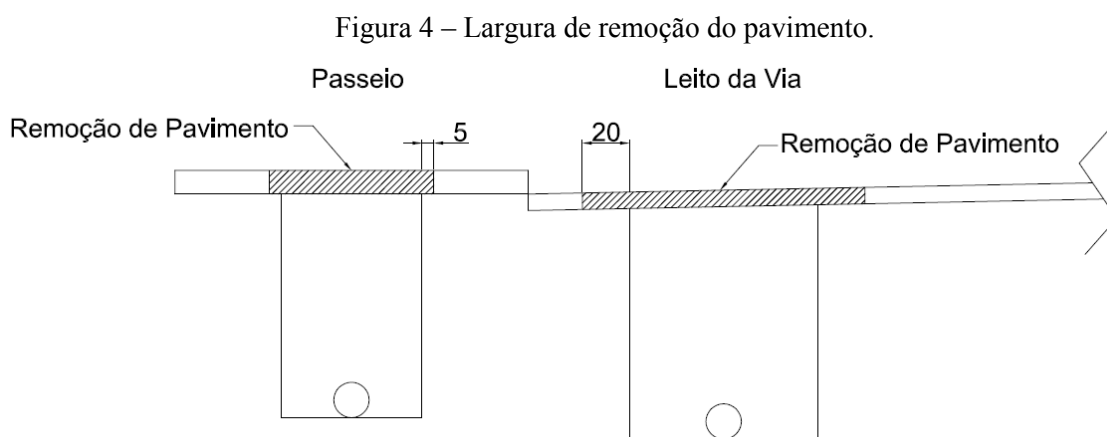
- A sinalização deverá ser colocada em posição e condição legível durante o dia e a noite, em distância compatível com a segurança do trânsito, conforme normas e especificações do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) (art. 80, § 1º).

- Deve ser devida e imediatamente sinalizado qualquer obstáculo à livre segurança de veículos e pedestres, tanto na via como na calçada, caso não possa ser retirado (art. 94, combinado com o § 6º do art. 68).

c) Levantamento ou Rompimento da Pavimentação

Após a locação e demarcação do local de implantação da rede de esgoto dar-se início aos serviços de demolição da pavimentação. Nesta etapa é importante que ocorra a seleção, limpeza e armazenagem correta do material reaproveitável que poderá ser utilizado posteriormente em outras etapas da obra.

A NBR 9814 (1987) recomenda a remoção da pavimentação na largura da vala com um acréscimo de 20 cm para cada lado caso a execução seja no leito da via e um acréscimo de 5 cm para cada lado no passeio.



Fonte: O Autor.

As dimensões do pavimento removidas previstas em normas são discutíveis, principalmente considerando-se a funcionalidade e a conservação da recomposição do pavimento que será executado posteriormente, este assunto será abordado posteriormente neste trabalho.

Para execução dos serviços de demolição e remoção de pavimentos asfálticos as diretrizes das prefeituras em geral preconizam a utilização de marteletes pneumáticos ou equipamentos com pás como retroescavadeiras e escavadeiras hidráulicas.

d) Escavação

A escavação compreende a remoção de qualquer material abaixo da superfície natural do terreno, até as linhas e cotas especificadas no projeto executivo e ainda a carga, transporte e descarga do material nas áreas e depósitos (EPB, 2003).

Segundo a norma de Execução de Rede Coletora de Esgoto Sanitário NBR 9814 (1987) as valas somente poderão ser abertas se a localização de outras interferências subterrâneas for confirmada e se todos os materiais e equipamentos necessários para execução da obra estiverem presentes. Entende-se por isso que os serviços de escavação só poderão ser iniciados com a sinalização adequada do trecho, instalação de tapumes de proteção onde se fizer necessário e a disposição dos tubos e peças necessárias ao longo da vala a ser escavada. De acordo com algumas diretrizes de execução deverá ser observada também a disposição, no local dos serviços, de materiais adequados e suficientes para executar os escoramentos, a drenagem e os reparos das ligações domiciliares de água e esgoto, já existentes, eventualmente danificadas.

A NBR 9814 (1987) preconiza a escavação na linha do eixo, respeitando os alinhamentos e as cotas definidas em projeto nas valas que receberem os coletores. É importante salientar que a escavação deve iniciar no sentido de jusante para montante a partir dos pontos de lançamento ou de pontos onde seja viável o uso de galerias pluviais para o seu esgotamento por gravidade, caso ocorra presença de água.

A escavação poderá ser feita mecânica ou manualmente, no caso de vias com tráfego intenso a preferência é pelo uso de equipamentos que facilitem e tornem mais rápido o processo causando menos transtornos à circulação de veículos no local. Neste caso, a escavação mecânica deve-se aproximar da cota prevista para a geratriz inferior da tubulação, sendo que a regularização dos taludes e do fundo da vala deve ser feito manualmente tal como a remoção de solo próxima a interferências visando não danificar as mesmas.

De acordo com a NBR 9814 (1987) a largura da vala deve ser fixada em função das características do solo e da tubulação empregada, da profundidade, do tipo de escoramento e do processo de escavação. Algumas dimensões mínimas também devem ser seguidas como a largura livre de trabalho na vala e a dimensão interna livre mínima no caso de cavas para os poços de visita. A primeira é estabelecida através do diâmetro do coletor acrescido de 60 cm para profundidades até 2 metros sendo acrescidos 10 cm para cada metro de profundidade ou fração. A segunda é igual à medida externa da câmara e trabalho acrescida de 60 cm.

Se no decorrer da escavação for atingido terreno rochoso, será este desmontado a fogo, quando se apresentar sob a forma maciça e contínua, ou simplesmente retirado quando constituído por matacões até $0,5 \text{ m}^3$ (EPB, 2003).

O material escavado passível de reutilização para o aterro deverá ser depositado, sempre que possível, de um só lado da vala distante 1m da borda. No caso de qualquer excesso de escavação, depressão, escavação em rocha decomposta, pedras soltas ou rochas vivas no fundo da vala, deve ser preenchido com material granular fino compactado (ABNT, 1987).

Quando o fundo da vala for constituído de argila saturada ou lodo, sem condições mecânicas mínimas para o assentamento dos tubos, deve ser executada uma fundação como, por exemplo: camada de brita ou cascalho, ou de concreto convenientemente estaqueado (EPB, 2003).

e) Escoramento

Durante a construção de qualquer obra, se deverá realizar a execução das obras de proteção necessárias para reduzir ao mínimo a possibilidade de que ocorram desmoronamentos e/ou deslizamentos, devendo tomar as precauções convenientes para evitá-los. O escoramento deverá ser realizado de acordo com a natureza do terreno, profundidade da vala, coesão e condição do solo (EPB, 2003).

Há muitas maneiras de se realizar obras de contenção em valas para execução de rede de esgotamento sanitário, entre elas destacam-se o pontaleteamento, o escoramento descontínuo, contínuo e especial. Também podem ser executados escoramentos com estacas pranchas ou outros métodos envolvendo contenções metálicas.

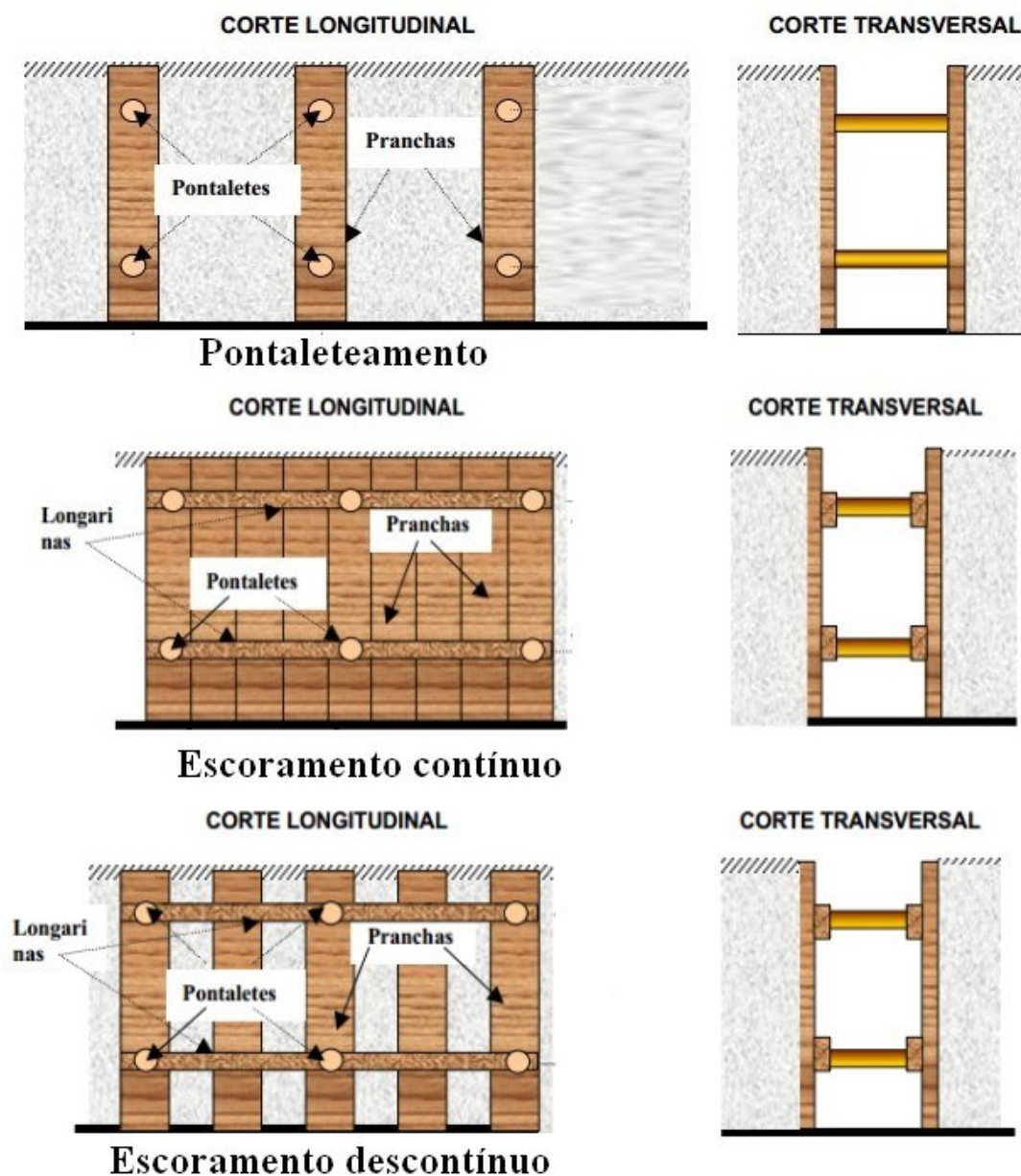
De acordo com a NBR9814 (1987) o pontaleteamento pode ser definido como um par de tábuas dispostos verticalmente espaçados de 1,35m, estas tábuas são travadas horizontalmente por estroncas distanciadas verticalmente de 1m, devendo a mais profunda situar-se a 50 cm do fundo da vala e a mais rasa a 20 cm do nível do terreno. A figura a seguir ilustra os diferentes tipos de deslocamento utilizados em escavações de valas.

No escoramento descontínuo já se faz necessária a presença de longarinas na horizontal, travadas por estroncas com o mesmo espaçamento das tábuas no pontaleteamento, essas por sua vez devem ser dispostas distanciadas de 30 cm. As longarinas devem obedecer as distancias de afastamento das estroncas descritas no método anterior (ABNT, 1987).

O escoramento contínuo se diferencia do descontínuo apenas pela distância entre as tabuas que deverá ser nula de modo que cubram toda parede da vala. Já no

escoramento do tipo especial as tábuas devem ter um encaixe tipo macho e fêmea (ABNT, 1987).

Figura 5 – Tipos de escoramento.



Fonte: (Em: <<http://zonaderisco.blogspot.com.br/>>. Acesso em 10 de Abril 2014).

De acordo com a NBR 9814 (1987) o escoramento não deve ser removido antes de o aterro atingir 60 cm acima do coletor ou 1,5 m abaixo da superfície natural do terreno, desde que este seja de boa qualidade. Caso contrário este deverá ser retirado somente quando a vala estiver totalmente preenchida. Nos escoramentos metálicos e com estacas-prancha, o contraventamento de longarinas e estroncas deve ser retirado quando o aterro atingir o nível dos quadros, e as estacas metálicas somente devem ser removidas quando a vala estiver

totalmente preenchida. Nos vazios deixados pela remoção posterior dos perfis e estacas metálicas deve ser aplicado material granular fino.

f) Esgotamento

Deverão ser observadas as operações necessárias ao controle das águas subterrâneas e superficiais durante a execução dos trabalhos de implantação das obras, assim como o fornecimento de todo o material e mão de obra que se fizerem necessários (EPB, 2003).

Segundo EBP (2003) se a escavação atingir o lençol d'água poderá criar obstáculos à perfeita execução da obra, pois não só dificulta ou impossibilita o trabalho como, por outro lado, modifica o equilíbrio das terras provocando a instabilidade do fundo da escavação e o desmoronamento dos taludes. Deve-se então ter o cuidado de eliminar ou reduzir a água existente no terreno acima da cota do fundo da escavação, através de bombeamento ou rebaixamento do lençol d'água. Em casos excepcionais a NBR 9814 (1987) admite a execução de ponteiros filtrantes, poços profundos ou injetores.

A NBR 9814 (1987) também salienta que em situações onde a vala for aberta em terreno saturado, devem-se vedar as fendas entre as tabuas, vigas e pranchas do escoramento para impedir que o material do solo seja carregado para dentro da vala, evitando o solapamento desta e o abatimento da via pública.

g) Assentamento, tipos de apoio e envolvimento

Os tubos e peças devem ser transportados, manuseados e armazenados com cuidado para evitar danificá-los, devem também ser limpos e examinados para evitar que sejam assentados tubos com trincas e outros defeitos. À medida que for sendo concluída a escavação e o escoramento da vala, deve ser feita a regularização e o preparo do fundo, no sentido de jusante para montante. Esse mesmo sentido deve ser obedecido no assentamento das tubulações, se possível, logo após a escavação a fim de se reduzir ao mínimo a interferência da obra no tráfego de veículos e no trânsito de pedestres (ABNT, 1987).

Segundo a NBR 9814 (1987), em terrenos firmes e secos com capacidade de suporte satisfatória podem ser previstos diferentes tipos de apoio como apoio direto, apoio sobre leito de material granular fino, apoio sobre laje de concreto e apoio sobre blocos. Porém caso o terreno seja situado abaixo do lençol freático após o necessário rebaixamento do fundo da vala, deve ser preparado um lastro drenante de brita 3 e 4 ou cascalho grosso com a espessura variando de 10 cm a 15 cm, com uma camada adicional de 5 cm de material granular.

No caso de terrenos compressíveis ou instáveis o apoio da tubulação é executado sobre laje de concreto simples ou armado que dependendo da espessura da camada sem capacidade de suporte, deve ser executada sobre algum tipo de fundação como, lastro de brita, embasamento de pedra de mão ou estacas com no mínimo 20 cm de diâmetro (ABNT, 1987).

Em tubos rígidos e semirrígidos o envolvimento deve ser feito até o topo da tubulação, usando-se material de boa qualidade, isento de pedras, tocos e matérias orgânicas, proveniente da própria vala ou importado, lançado em camadas de 10 cm de espessura fortemente apiloadas à mão. Em tubos flexíveis o envolvimento deve ser efetuado com material granular fino (ABNT, 1987).

Quando um coletor estiver sujeito aos efeitos de cargas rolantes e não houver possibilidade de ter o recobrimento mínimo estabelecido pelos fabricantes, em função das características mecânicas da tubulação, deve ser providenciada a sua proteção, de modo a que possa resistir às cargas previstas (ABNT, 1987).

h) Juntas

Em tubo de fibrocimento, de policloreto de vinil (PVC) rígido e de poliéster armado com fios de vidro, devem ser usados como juntas os anéis elásticos ou materiais de solda especificados pelo fabricante, adquiridos juntamente com os tubos (ABNT, 1987).

i) Reenchimento

A execução do reaterro compreende o lançamento, o espalhamento e a compactação dos materiais para preenchimento da vala logo após o assentamento da tubulação e o envolvimento dos (EPB, 2003).

De acordo com a NBR 9814 (1987) o reenchimento da vala deve ser executado com material de boa qualidade isento de pedras e outros corpos estranhos provenientes da escavação ou importados. A camada de 30 cm imediatamente acima do coletor deve ser levemente apiloada, manualmente. O restante da vala, até atingir o nível da base do pavimento ou então o leito da rua ou do logradouro deve ser reenchido em camadas de 20 cm de espessura, compactadas mecanicamente, visando adquirir uma compactação aproximadamente igual a do solo adjacente. A critério da Fiscalização, a altura desta camada compactada mecanicamente poderá ser restringida a 1 m abaixo da base do pavimento.

Outras recomendações para obtenção de um melhor nível de compactação e um aumento na qualidade e confiabilidade da obra são apresentadas em algumas diretrizes técnicas. Um desses direcionamentos é o grau de compactação mínimo que deve ser mantido

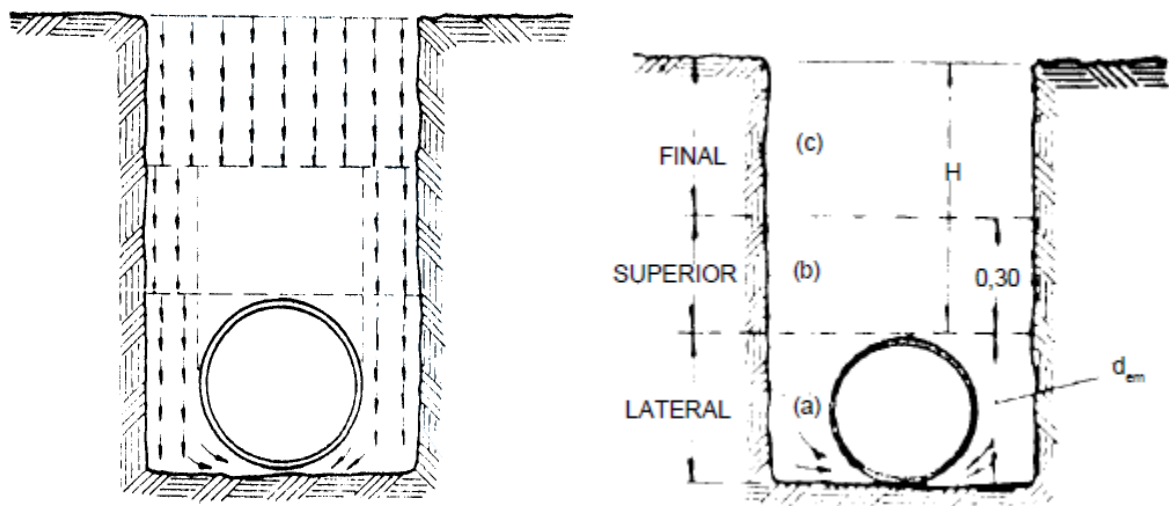
em 95% do proctor normal (PN). Além disso, é citado também que o material deve ser compactado na umidade ótima com variação de 10%, em função do tipo de solo (EPB, 2003).

A EPB (2003) cita ainda diferentemente da norma que o reaterro deverá ser executado em camadas de 15 cm e que a compactação deverá ser sempre mecânica exceto em casos que o acesso dos equipamentos de grande porte seja impossibilitado.

A NBR 7367 (1988) Projetos e Assentamento de Tubulações de PVC aborda este tópico ainda de forma diferenciada e mais específica que a NBR 9814, fixando zonas distintas de reaterro, em zona lateral, superior e final.

A lateral é compreendida entre o fundo da vala e a geratriz superior do tubo, a superior situa-se sobre a geratriz superior da tubulação com 30 cm de altura e a final completa o aterro até a superfície do terreno. A compactação é prevista somente nas laterais da vala nas zonas lateral e superior, mantendo assim uma camada de 30 cm de solo não compactado acima do tubo, visando evitar deformações no mesmo. O restante do material de reaterro da vala deve ser lançado em camadas sucessivas, de 10cm à 15 cm de espessura e compactadas, de tal forma a se obter o mesmo estado do terreno das laterais da vala (ABNT, 1988).

Figura 6 – Zonas de reaterro.



Fonte: ABNT.

j) Poços de Visita

Segundo a NBR 9814 (1987) serão construídos poços de visitas (PV) nas posições indicadas no projeto. Basicamente o PV compõe-se de 5 etapas, laje de fundo, câmara de trabalho ou balão, peça de transição, câmara de acesso ou chaminé e tampão.

A laje de fundo pode ser executada em concreto simples ou armado, é apoiada sobre lastro de brita ou de cascalho grosso executado após a regularização do fundo da cava. Quando o terreno assim o exigir e a critério da Fiscalização, esta laje deve ser apoiada sobre fundação adequada, tais como: estacas e pedras de mão (ABNT, 1987).

A NBR 9814 (1987) cita que sobre as laterais da base do fundo são assentadas as paredes da câmara de trabalho ou balão. A não ser em condições especiais, ditadas por exigências locais, a câmara de trabalho deve ter seção circular, com o diâmetro interno atendendo ao fixado pela NBR 9649 (1986).

Uma vez concluída a câmara de trabalho ou balão, será colocada uma peça de transição (laje de concreto armado ou peça tronco cônica), com abertura excêntrica ou não, de 0,60m, voltada para montante, de modo que o seu centro fique localizado sobre o eixo do coletor principal (ABNT, 1987).

Coincidindo com essa abertura será executada a câmara de acesso ou chaminé em alvenaria de tijolos ou blocos de cimento, ou ainda, com anéis de concreto. Essa chaminé terá 0,60 m de diâmetro e altura variável de no máximo 1 m, alcançando o nível do logradouro com desconto para a colocação do tampão. Sobre o respaldo da alvenaria, da parede de concreto ou o último anel da chaminé, colocar-se-á o tampão de ferro fundido, apropriado para passeios ou para o leito dos logradouros, obedecendo ao modelo adotado pela Administração Contratante e as especificações fixadas em normas brasileiras específicas (ABNT, 1987).

l) Ligações Prediais

As ligações dos prédios existentes serão efetuadas, sempre que possível, ao mesmo tempo em que a rede coletora é executada. Na execução dos ramais prediais, os tubos e peças devem atender às normas brasileiras e, no seu assentamento devem ser tomadas todas as precauções e exigências estabelecidas, no que se refere à escavação, escoramento, esgotamento, assentamento, envolvimento e reenchimento da vala (ABNT, 1987).

m) Ensaio

Assentada a tubulação e completado o envolvimento lateral, antes, porém do reenchimento da vala, deve ser providenciado o ensaio de estanqueidade das juntas, mediante teste hidrostático (ABNT, 1987).

As verificações de estanqueidade devem ser feitas de preferência entre dois poços de visita consecutivos. Os testes são executados com água após o fechamento da extremidade de

jusante do trecho e as derivações ou extremidades dos ramais de ligação dos prédios. Enche-se o coletor através do PV de montante, procurando-se eliminar todo o ar da tubulação e elevar a água até a borda superior do PV (ABNT, 1987).

n) Reposições

Após e durante a conclusão dos serviços de assentamento e reenchimento da vala devem ser executados as diversas reposições, reconstruções e reparos, de qualquer natureza sendo reestabelecido de modo igual, ou melhor, as condições anteriores dos logradouros ou qualquer outro espaço ou objeto removido, demolido ou rompido (ABNT, 1987).

De acordo com a EBP (2003), na execução de recomposição do pavimento, de acordo com algumas diretrizes de execução, poderão ser adotados dois procedimentos. Os quais terão sua escolha norteadas pelas condições e características de suporte do material de base e sub-base presente no local de aplicação da camada asfáltica.

A avaliação de capacidade de suporte do material poderá ser realizada através de passagens sucessivas de um caminhão carregado com volume de 6 m³ ou rolo de pneus sobre a superfície do aterro verificando-se sistematicamente a o rompimento do material. Complementarmente poderão ser efetuados ensaios de caracterização e CBR no material. O resultado desses testes determinará o procedimento a ser adotado na execução dos serviços (EBP, 2003).

Se o material presente no local oferecer condições satisfatórias, através dos testes, para aplicação de camada asfáltica deverão ser executados uma série de serviços. Primeiramente é executada a remoção das quinas da camada asfáltica existente permitindo uma perfeita ligação com a camada a ser aplicada, em seguida a escavação e regularização da superfície final do material de base com a posterior compactação do material podendo ser utilizados pneus de caminhões, carregadeiras, placas vibratórias ou compactadores manuais pneumáticos. Finalmente são executados os serviços de imprimação, de impermeabilização com material betuminoso e o revestimento asfáltico (EPB, 2003).

Caso o material não apresente condições necessárias de apoio ao revestimento asfáltico, será executada a remoção de camadas sucessivas de solo até atingir uma profundidade máxima. Depois de verificadas as condições de suporte do solo subjacente deverão ser procedidas a regularização e compactação da camada remanescente imediatamente iniciando o reaterro da vala utilizando material com umidade adequada. Os serviços subsequentes devem ser executados como no método anterior (EPB, 2003).

o) Cadastramento

Na conclusão da obra, o Construtor deve apresentar à Fiscalização o desenho dos coletores, em planta e em perfil, incluindo as derivações (tês, junções a 45° ou selas) deixadas para as ligações prediais.

2.3. RECUPERAÇÃO DO PAVIMENTO – DIRETRIZES DE EXECUÇÃO

Devido a sua importância no resultado final e na qualidade do revestimento asfáltico a execução do remendo deve ser estudada separadamente com maior detalhamento e especificidade. Os métodos e procedimentos a seguir são uma compilação proveniente de diretrizes de execução editadas e elaboradas por órgãos de engenharia e prefeituras municipais de grandes cidades.

2.3.1. Recomendações Técnicas Gerais

A recomposição do pavimento deverá ser iniciada logo após a conclusão do reaterro que deve ser compactado e regularizado. Consideram-se materiais aproveitáveis para o preenchimento das valas e para reconstrução da mesma até o nível de sub-base os materiais granulares finos, tais como areia lavada sem e com pedregulho, pó de pedra, entre outros. Consideram-se impróprios para preenchimento das valas, todos os materiais instáveis (solos micáceos, orgânicos ou expansivos), ou que não possam ser facilmente compactáveis (RECIFE, 2003).

Os materiais retirados, da base da pavimentação existente, caso não contaminados, poderão ser reaproveitados somente como reforço do subleito, caso contrário devem ser encaminhados a depósitos de "bota-fora", aprovados pela Fiscalização. Sempre que o material apresentar umidade excessiva deverá obrigatoriamente substituído por outro no teor de umidade ótima (INSTRUÇÃO ,2004).

A contratada deverá providenciar as diversas recomposições, reconstruções ou reparos de qualquer natureza, de modo a tornar o executado igual ao que foi removido, demolido ou rompido. Na recomposição de qualquer pavimento, seja no passeio ou na pista de rolamento, deverão ser obedecidos o tipo, as dimensões e a qualidade do pavimento encontrado (SANEPAR, 1996).

A reconstrução do pavimento implica na execução de todos os trabalhos correlatos e afins, tais como recolocação de meios-fios, tampões, "bocas de lobo" e outros, eventualmente demolidos ou removidos para execução dos serviços (SANEPAR, 1996).

A reconstrução do pavimento deverá acompanhar o assentamento da tubulação, de forma a permitir a reintegração do tráfego no trecho acabado. O pavimento, após concluído, deverá estar perfeitamente conformado ao greide e seção transversal do pavimento existente, não sendo admitidas irregularidades ou saliências a pretexto de compensar futuros abatimentos (SANEPAR, 1996).

As emendas do pavimento reposto com o pavimento existente deverão apresentar perfeito aspecto de continuidade. Se for o caso, deverão ser feitas tantas reposições quantas forem necessárias até que não haja mais abatimentos na pavimentação (SANEPAR, 1996).

Caso não seja possível recompor o pavimento de pistas de rolamento imediatamente após a conclusão do reaterro, e sendo necessário abri-lo ao tráfego, poderá ser utilizado, provisoriamente, revestimento em concreto simples, com a concordância da fiscalização e das autoridades competentes (SANEPAR, 1996).

2.3.2. Procedimentos Executivos

Primeiramente como em qualquer processo de pavimentação devemos dispor sobre a compactação do subleito e reforço do subleito. No caso de a escavação ter atingido uma dessas camadas, ou ambas, a recomposição deverá ser executada com material granular solto.

A aplicação de camadas de solo selecionado deverá apresentar espessura máxima de 15 cm, compactadas a 100% do Proctor Normal (ABNT NBR 7182/1986 - Ensaio de Compactação), na ausência de solo selecionado poderá ser substituído por areia lavada ou entulho reciclado. Este processo deve ser realizado por meio mecânico ou hidráulico no caso de areia, com equipamento compatível com as dimensões da escavação e características do material empregado (INSTRUÇÃO, 2004).

Após o preenchimento da vala na umidade correta e compactada, a recomposição das camadas de base e de revestimento devem ser executadas, preferencialmente iguais ao tipo de pavimento original (INSTRUÇÃO, 2004).

Deverá ser utilizado concreto asfáltico (NORMA DNIT 031/2006 – ES DNIT Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico -Especificação de serviço) correspondente ao tipo de tráfego. Antes da aplicação desta nova camada de revestimento, a camada existente, deverá ser fresada em uma profundidade de 4 cm com a posterior aplicação de imprimação betuminosa de ligação, tratando-se de vala contínua (INSTRUÇÃO, 2004).

A reposição de camada de CBUQ deve obedecer algumas dimensões visando garantir a segurança e conforto do usuário da via, assim como evitar a deterioração precoce do pavimento e não deixar marcas “desenhadas” na via pública.

Se a vala for contínua e sua largura abranger menos da metade da largura total da via, a reposição será executada em uma faixa de rolamento completa, com no mínimo 3m de largura. Caso a vala atinja mais de uma faixa de rolamento, ambas serão restauradas. Nas valas com largura superior a citada anteriormente a reposição de camada do revestimento abrangerá toda largura do leito carroçável (INSTRUÇÃO, 2004).

Valas longitudinais com comprimento menor ou igual a 25% do comprimento total da quadra, valas transversais ou oblíquas ao leito carroçável e valas pontuais, que apresentarem largura da vala inferior a 60 cm deverão ter as camadas betuminosas removidas lateralmente a vala de forma que resulte em largura mínima de reposição das camadas betuminosas visando a adequada compactação com rolo manual vibratório ou placa vibratória (INSTRUÇÃO, 2004).

Para garantir a ligação das camadas betuminosas na superfície de corte, as laterais do pavimento limítrofe a vala deverão ser verticais em relação à superfície e receberão uma imprimação ligante. Com o objetivo de limitar a propagação de trincas através do escalonamento da seção de recomposição de pavimento a camada betuminosa deverá ser executada em largura 10 cm maior que os limites da vala (INSTRUÇÃO, 2004).

2.4. PATOLOGIAS EM PAVIMENTO ASFÁLTICOS

Para o completo entendimento das possíveis falhas no pavimento que serão identificadas neste trabalho faz-se necessária a compreensão das patologias presentes em pavimentos asfálticos provenientes de escavações para execução de valas no leito da via.

Os pavimentos são concebidos para durarem um determinado período. Durante cada um destes períodos ou “ciclos de vida”, o pavimento inicia numa condição ótima até alcançar uma condição ruim. O decréscimo da condição ou da serventia do pavimento ao longo do tempo é conhecida como deterioração do pavimento. O entendimento dos mecanismos que regem o processo de deterioração de um pavimento é condição essencial para a identificação das causas que o levaram a sua condição atual (BRASIL, 2006).

2.4.1. Desempenho Funcional

O desempenho funcional refere-se à capacidade do pavimento de satisfazer sua função principal, que é a de fornecer uma superfície com serventia adequada em termos de qualidade de rolamento (BRASIL, 2006).

Um dos modos de avaliar a serventia do pavimento é a medida de irregularidade longitudinal que segundo a Norma DNER - PRO 164/94 é o desvio da superfície da rodovia

em relação a um plano de referência, que afeta a dinâmica dos veículos, a qualidade ao rolamento e as cargas dinâmicas sobre a via.

Entretanto, esta medida tem a função de expor aos gestores das rodovias o nível de funcionalidade proporcionado aos usuários, facilitando assim a escolha de onde e quando esses pavimentos devem ser recuperados. Sendo assim o desempenho funcional não indica quais patologias estão presentes no pavimento, quais as suas causas e, conseqüentemente, as medidas necessárias para sua recuperação.

2.4.2. Desempenho Estrutural

O desempenho estrutural refere-se à capacidade de um pavimento em manter sua integridade estrutural, sem apresentar falhas significativas e está relacionado com o trincamento, a deformação e a desagregação.

O trincamento é um defeito na superfície que enfraquece o revestimento e tende a aparecer em algum estágio da vida do pavimento sob as condições combinadas do tráfego e das condições ambientais. Uma vez iniciado esse defeito tende a aumentar rapidamente, conduzindo eventualmente a desintegração do revestimento e influenciando de modo direto na evolução das deformações (BRASIL, 2006).

As trincas nos pavimentos podem surgir principalmente por fadiga, envelhecimento e reflexão. A primeira resulta dos efeitos cumulativos do carregamento sucessivo e em sua fase final é caracterizada pelas trincas “couro de jacaré”, usualmente confinadas nas trilhas de roda. As trincas por envelhecimento decorrem do processo de oxidação do ligante e usualmente são do tipo irregular tendendo a propagar-se em toda área coberta pelo revestimento. Por fim, as trincas por reflexão ocorrem quando o trincamento existente em uma camada inferior e propaga-se em direção à superfície atingindo o revestimento asfáltico (BRASIL, 2006).

As deformações representam no desempenho estrutural, os afundamentos nas trilhas de roda, as deformações plásticas no revestimento e as depressões. Esses defeitos causam acréscimos na irregularidade longitudinal afetando a dinâmica das cargas, a qualidade de rolamento, o custo operacional dos veículos e, devido ao acúmulo de água, riscos à segurança dos usuários (BRASIL, 2006).

As causas das deformações estão associadas ao carregamento nos casos de fluência plástica, deformações ao longo do tempo e afundamento nas trilhas de roda. Quando se observa o inchamento ou empolamento e o recalque diferencial não se associa esses defeitos com a carga dos veículos sobre o pavimento (BRASIL, 2006).

A desagregação pode ser definida como a perda do agregado superficial devido a fratura mecânica do filme do ligante ou pela perda de adesão entre o ligante e o agregado (o que na presença de água é também chamado de arrancamento) (BRASIL, 2006).

O desgaste começa a acontecer quando a viscosidade do ligante cai significativamente devido à evaporação dos óleos mais leves do cimento asfáltico. Isto ocorre devido ao aquecimento exagerado na usinagem ou a oxidação durante longa exposição às temperaturas ambientais (BRASIL, 2006).

2.4.3. Avaliação dos Pavimentos Flexíveis

A condição de um pavimento representa o nível de degradação resultante dos processos associados ao meio ambiente e ao seu uso continuado pelo tráfego. A avaliação desta condição é possível por meio do conhecimento de diversos parâmetros de referência, já normalizados. Estes parâmetros permitem a determinação das condições de superfície, condições estruturais, condições de rugosidade e condições de aderência.

As diversas condições são avaliadas por diversas normas entre elas destaca-se a **DNIT 005/2003 – TER** - Defeitos nos pavimentos asfálticos - Terminologia e a **DNIT 006/2003 – PRO** - Avaliação objetiva da superfície de pavimentos asfálticos - Procedimento. A seguir são descritos os defeitos mais frequentes presentes nos pavimentos executados sobre valas de esgotamento sanitário.

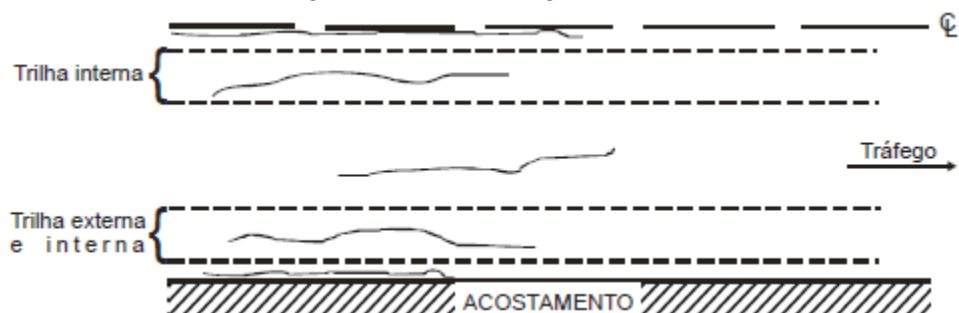
2.4.3.1. Defeitos nos pavimentos asfálticos – Terminologia

a) Fendas

As fendas são quaisquer descontinuidades na superfície do pavimento podendo assumir a feição de fissuras, trincas isoladas longitudinais ou transversais e trincas interligadas tipo couro de jacaré ou tipo bloco. Conforme a abertura das fendas as mesmas podem ser classificadas em FC-1, FC-2 e FC-3. Além disso, as fendas FC-3 apresentam erosão nas bordas (BRASIL, 2003).

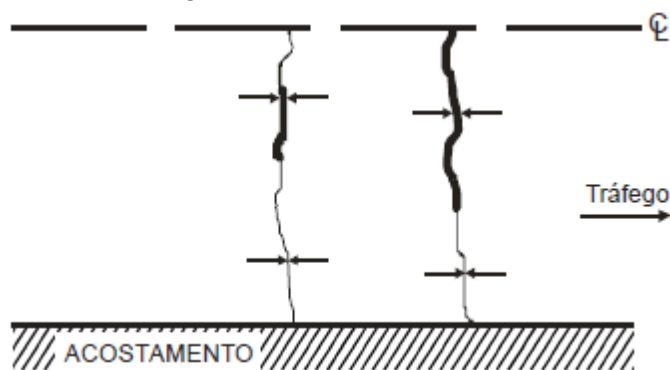
As fendas não têm causa direta na recomposição de pavimento sobre as valas mas influenciam muito no aumento das deformações por isso importância merece ser destacada.

Figura 7 – Trincas longitudinais.



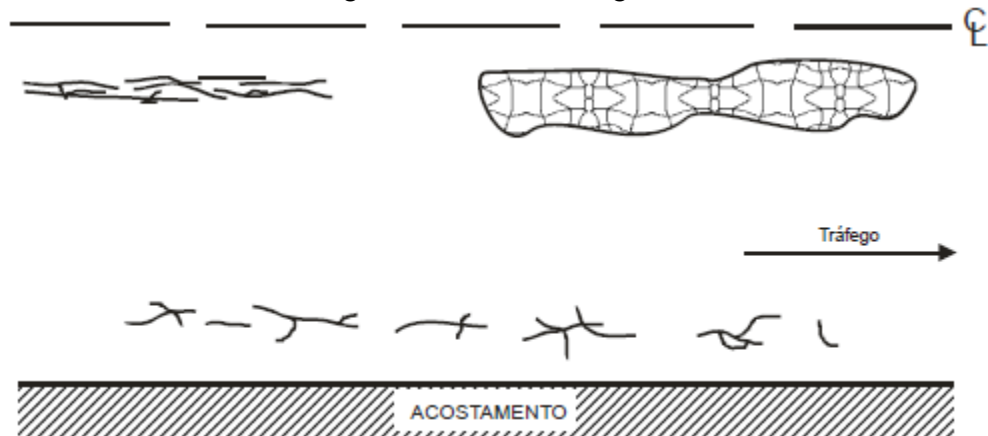
Fonte: (BRASIL, 2006).

Figura 8 – Trincas transversais.



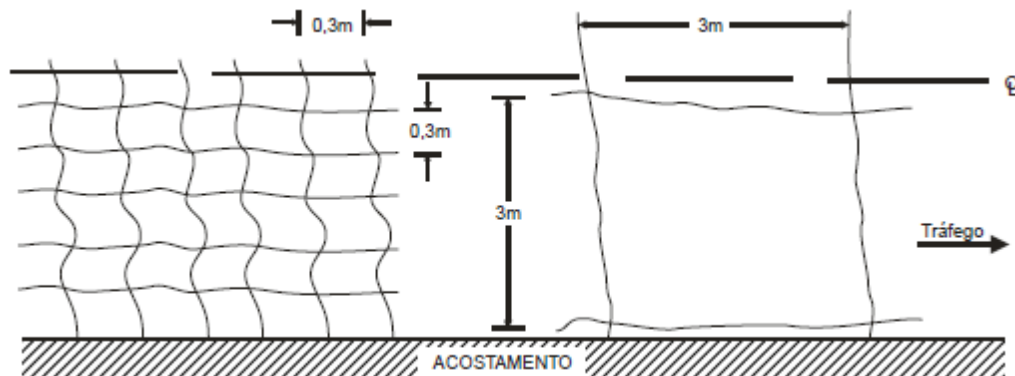
Fonte: (BRASIL, 2006).

Figura 9 – Trincas interligadas.



Fonte: (BRASIL, 2006).

Figura 10 – Trincamento tipo bloco.



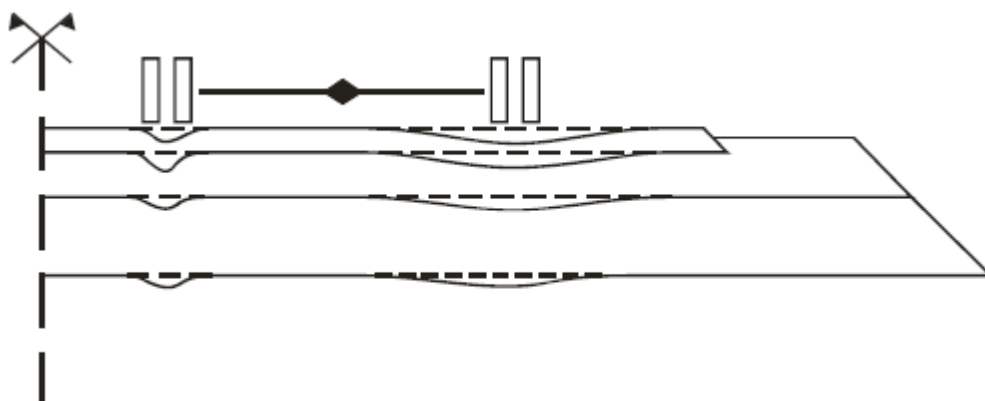
Fonte: Fonte: (BRASIL, 2006).

b) Afundamento

É uma deformação permanente acompanhada por uma depressão na superfície do pavimento acompanhada muitas vezes de solevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação. O primeiro é causado pela influência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, já o segundo é causado pela consolidação diferencial dessas camadas (BRASIL, 2003).

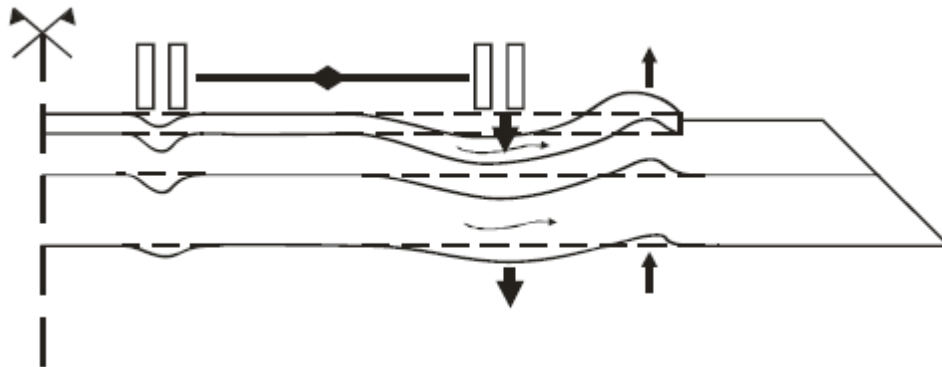
Os afundamentos podem ser classificados em afundamentos locais que ocorrem com dimensões inferiores à 6 m e os afundamentos de trilha de roda que podem ser observados em extensões contínuas e maiores que a anterior (BRASIL, 2003).

Figura 11 – Afundamento por consolidação.



Fonte: (BRASIL, 2006).

Figura 12 – Afundamento plástico.



Fonte: (BRASIL, 2006).

c) Ondulação

É uma falha caracterizada por ondulações transversais de caráter plástico e permanente no revestimento asfáltico e também é conhecida como corrugação. A ondulação pode ser causada pela instabilidade da mistura betuminosa da camada de revestimento ou da base do pavimento. Entre outros motivos também estão o excesso de umidade nas camadas subjacentes, a contaminação por materiais estranhos e a retenção de água na mistura asfáltica. Podem ocorrer em qualquer região da superfície, porém, com maior gravidade nas proximidades das trilhas de rodas (BRASIL, 2003).

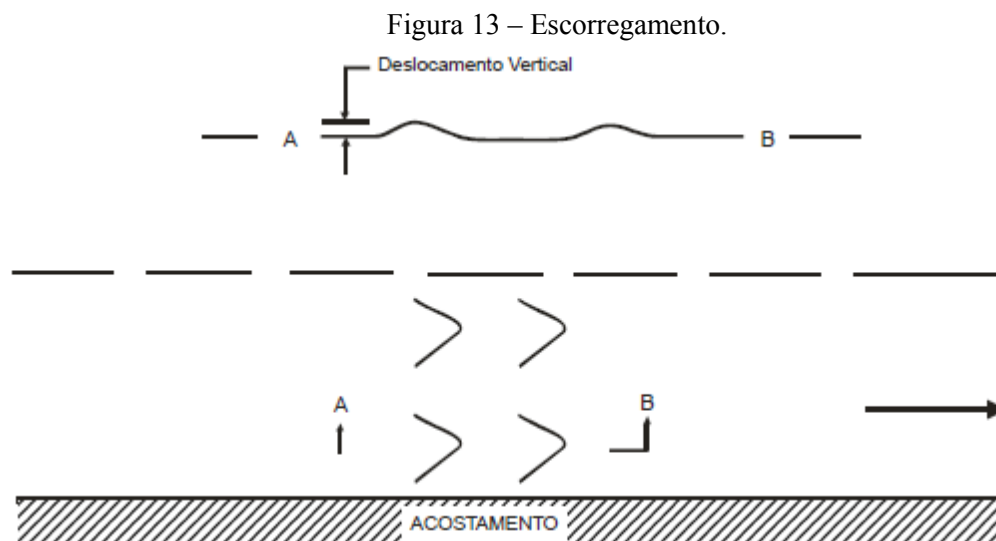
d) Escorregamento

O escorregamento é um movimento horizontal do revestimento ocasionado pelos esforços tangenciais transmitidos pelos eixos dos veículos (frenagem e aceleração) e que produzem uma ondulação curta e abrupta na superfície do pavimento em forma de meia lua (BRASIL, 2003).

Uma causa frequente é a ligação inadequada entre o revestimento e a camada a qual este se apoia o que na prática representa uma deficiência na imprimação ou na pintura de ligação. O escorregamento também pode ser causado pela inércia limitada do revestimento asfáltico em virtude de sua espessura reduzida, pela compactação deficiente das misturas asfálticas ou da porção superior da camada de base ou até mesmo pela fluência plástica do revestimento na ocorrência de temperaturas elevadas (BRASIL, 2003).

O escorregamento é caracterizado inicialmente pela presença de trincas ocorrentes nos locais de aplicação dos esforços de tração das cargas de roda. Com o tempo surge escorregamento do revestimento ou da capa asfáltica, promovendo a exposição das camadas inferiores do pavimento. Este defeito poderá ser encontrado nas regiões de aceleração e de

desaceleração, como rampas acentuadas (aclives ou declives), curvas horizontais de raio pequeno, interseções e próximo à paradas de ônibus ou obstáculos o que é o caso das lombadas ou sonorizadores (BRASIL, 2003).



Fonte: (BRASIL, 2006).

2.4.3.2. Avaliação objetiva da superfície de pavimentos asfálticos

Esta norma tem como objetivo básico apresentar a sistemática de cálculo de um índice combinado de falhas o Índice de Gravidade Global (IGG), ele é derivado de método utilizado no Canadá e adaptado para o nosso país por um engenheiro brasileiro (IPR, 2003).

Além dos defeitos mencionados anteriormente o IGG inclui também as medidas das profundidades dos afundamentos das trilhas de roda, avaliadas a partir das medidas das flechas com treliça com base 1,20 m e as demais patologias apresentadas na tabela a seguir.

O efeito da irregularidade longitudinal, por sua vez, é avaliado de forma indireta pela dispersão das flechas medidas nas trilhas de roda, expressa através da variância determinada em uma análise estatística sobre os valores individuais obtidos em um determinado segmento (BRASIL, 2006).

O IGG permite classificar o estado geral de um determinado trecho homogêneo de pavimento, em função da incidência de defeitos de superfície. Ele é um indicador das condições do pavimento e apresenta cinco conceitos diferentes de acordo com os valores finais calculados.

Quadro 1 – IGG.

CONCEITO	LIMITES
Ótimo	$0 < IGG \leq 20$
Bom	$20 < IGG \leq 40$
Regular	$40 < IGG \leq 80$
Ruim	$80 < IGG \leq 160$
Péssimo	$IGG > 160$

Fonte: (BRASIL, 2006).

Quadro 2 – Defeitos no pavimento.

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Bloco"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-		FC-3

OUTROS DEFEITOS					CODIFICAÇÃO
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito		ALP
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito		ATP
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito		ALC
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito		ATC
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base					O
Escorregamento (do revestimento betuminoso)					E
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento					EX
Desgaste acentuado na superfície do revestimento					D
"Painelas" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores					P
Remendos			Remendo Superficial		RS
			Remendo Profundo		RP

Fonte: (BRASIL, 2006).

O sistema de cálculo do IGG baseia-se na atribuição de pesos ou fatores de ponderação aplicáveis sobre cada tipo de defeito, esses pesos buscam caracterizar a influência de cada patologia sobre a serventia do pavimento (BRASIL, 2006).

Neste método devem ser fixadas estações de ensaio afastadas de 20 m alternando as faixas de tráfego. A superfície de avaliação será delimitada por uma seção transversal situada 3 m à ré da estação, por outra situada 3 m avante, com isto cada estação corresponde a uma área de 21 m^2 (6,0m x 3,5m). Em cada estação de ensaio deverão ser identificados os diferentes tipos de defeitos, porém não deve ser indicada a quantidade de cada tipo de defeito em cada estação, mas apenas identificada a sua presença. Adicionalmente com a utilização de uma treliça devem ser medidas as flechas nas trilhas de roda, externa e interna, expressas em milímetros (BRASIL, 2006).

Os dados coletados em campo serão processados posteriormente devendo-se separar os seguimentos com características homogêneas. Em seguida, deve-se determinar a frequência absoluta e relativa das falhas anotadas, bem como a média aritmética e a variância (o quadrado do desvio padrão) das flechas nas trilhas de roda. Para os eventos detectados (defeito ou parâmetro estatístico das flechas) deve-se atribuir um peso ou fator de ponderação, que exprima sua maior ou menor importância no que diz respeito à serventia. O produto da frequência relativa de cada efeito pelo seu fator de ponderação resulta no Índice de Gravidade individual (IGi), a soma de todos IGi's representa finalmente o valor do IGG naquele segmento homogêneo (BRASIL, 2006). As tabelas para cálculo do IGG encontram-se no Anexo A.

3. MÉTODOS E MATERIAIS

3.1. MÉTODO

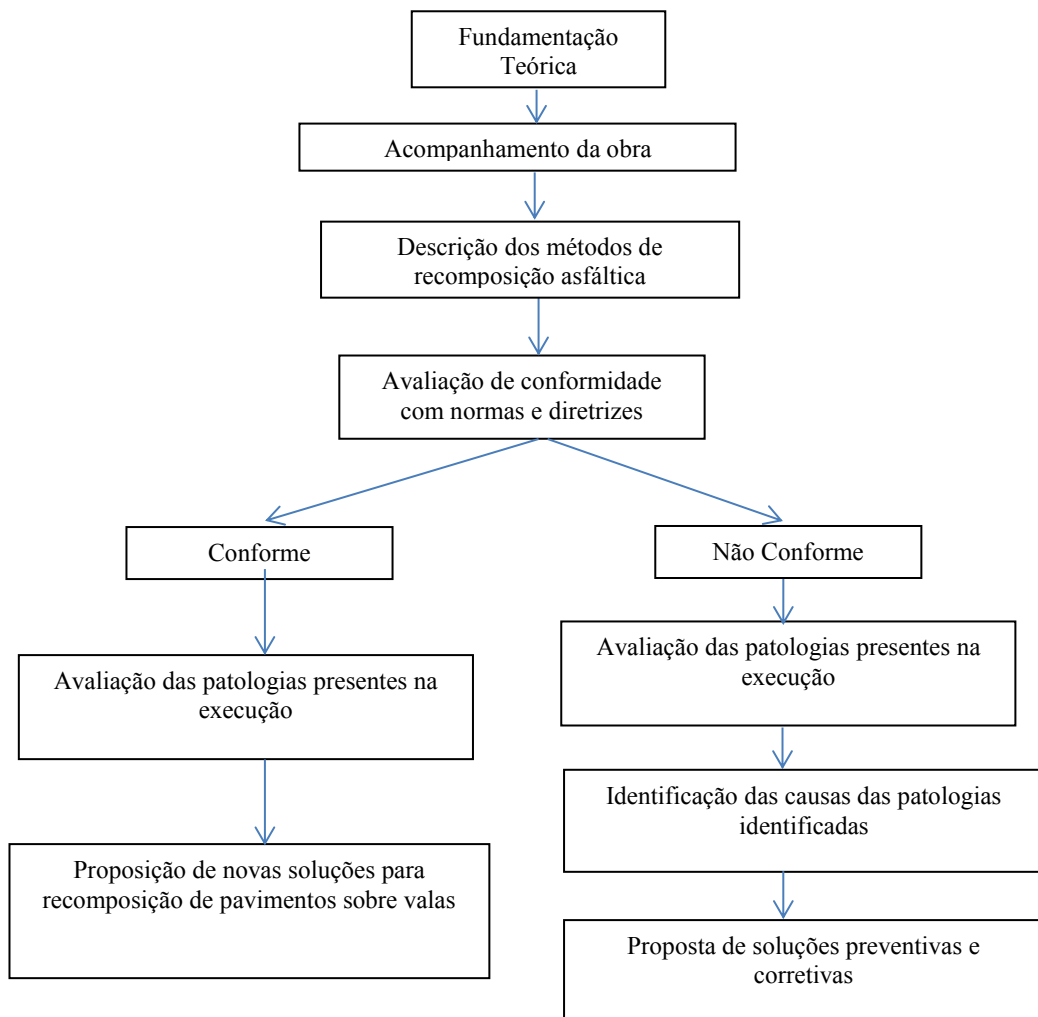
Este trabalho objetiva avaliar as patologias presentes nos pavimentos asfálticos executados sobre valas para implantação de redes de esgotamento sanitário. Para tanto, a partir das normas e diretrizes técnicas que contenham procedimentos e recomendações a respeito da execução e recomposição deste tipo de obra foi feito um comparativo entre estas e os métodos construtivos em campo. Dentre essas literaturas foram destacados os fatores que influenciaram diretamente no resultado final que neste caso é representado pela avaliação da serventia do pavimento.

A aplicação da metodologia proposta foi realizada por meio de um estudo de caso em ruas que sofreram este tipo de intervenção. As vias foram avaliadas quanto aos parâmetros

prescritos em norma através da comparação entre os métodos utilizados para sua execução e os apresentados pelas normas vigentes. As informações quanto a execução das obras foram retiradas de relatórios de obras imparciais elaborados com fins de fiscalização por parte do órgão contratante da obra.

A avaliação dos defeitos no pavimento será realizada através de levantamento *in loco* utilizando métodos descritos em normas de avaliação de pavimentos asfálticos preconizadas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT. Os dados obtidos em campo foram compilados e organizados para análise das causas das patologias encontradas nos pavimentos baseando-se na forma como a obra foi executada. A compilação dos dados envolveu o cálculo do IGG, avaliação visual subjetiva e a seleção de imagens representativas para caracterização das patologias. Na Figura 14 observa-se um esquema da sequência da metodologia adotada no trabalho.

Figura 14 – Esquema de metodologia adotada.



Fonte: O Autor.

No caso de observação da ineficiência do pavimento reabilitado, quando seguidas as diretrizes de execução preconizadas em norma, sugeriu-se novos procedimentos para eliminar os defeitos observados. Adicionalmente foi feita uma comparação entre os métodos de recomposição de pavimento nas diferentes ruas analisadas.

3.2 MATERIAIS

Este capítulo destina-se a apresentação da obra em estudo através dos relatórios elaborados pela fiscalização. Temos como finalidade expor os procedimentos executivos da rede coletora de esgoto com o intuito de identificar problemas de execução que possam refletir no desempenho da recomposição do pavimento.

3.2.1. Obra em estudo

A obra em estudo refere-se à implantação de rede de esgoto sanitário nos bairros Ariribá e Estados no município de Balneário Camboriú em Santa Catarina. Esta obra foi acompanhada pela fiscalização diariamente seguida pela emissão de relatórios contendo os procedimentos adotados e outras informações penitentes de execução.

Posteriormente à implantação da rede foi executada a recomposição e reabilitação de pavimento asfáltico nas vias urbanas, contratado pela Empresa Municipal de Água e Saneamento (EMASA), autarquia criada em 2005 por uma lei aprovada na câmara de vereadores com o objetivo de investir em obras toda sua arrecadação. A obra teve prazo de execução de 180 dias, período em que foram realizados relatórios frequentes pela fiscalização, contendo todas as informações a respeito da execução incluindo fotos e detalhes técnicos.

3.2.1.1. Locação

A locação foi realizada por marcações no meio fio da calçada indicando os PV's e outros pontos auxiliares. Através da ordem de serviço, documento gerado por meio do projeto, foram indicadas as profundidades de escavação para cada trecho, utilizando como referência os próprios PV's e os pontos auxiliares marcados pela topografia, tornando-se indispensável no processo de execução da rede.

3.2.1.2. Sinalização

A sinalização foi executada conforme necessidade nas obras de implantação da rede. Foram utilizadas placas de 1,0 m x 2,0 m, placas de 1,0 m x 1,0 m, tela tapume e cones de sinalização na cor laranja para impedir a circulação de pedestre e veículos nas áreas de risco

de acidentes. A figura a seguir ilustra alguns equipamentos de sinalização utilizados inclusive no período noturno em casos em que o reaterro ou a adequação ao tráfego de veículos não pode ser concluído no mesmo dia da escavação.

Figura 15 – Sinalização noturna.



Fonte: RESTELO.

3.2.1.3. Rompimento da pavimentação

Devido aos diferentes tipos de tubulação e profundidade da vala o rompimento da pavimentação seguiu procedimentos variados conforme a necessidade de cada caso. O primeiro procedimento, apresentado a seguir foi adotado nas valas com pouca profundidade e largura. O segundo método, apresentado em seguida, foi executado em vias com valas profundas de até 5 metros de profundidade.

Nas valas de pequenas profundidades antes do rompimento da pavimentação foi executado o corte do pavimento asfáltico em duas linhas paralelas com o eixo da vala, sempre que possível de modo retilíneo, com intuito de facilitar a remoção do mesmo. A largura do corte corresponde a largura de escavação (como observado na figura abaixo) e a camada superior do pavimento é removida com a retroescavadeira.

Figura 16 – Largura do corte de pavimento, Rua Maçarico.



Fonte: RESTELO.

Nas vias em que estavam previstas escavações em grandes profundidades o pavimento removido foi de blocos de pedra irregular com auxílio de escavadeira hidráulica, desestruturando toda constituição do pavimento.

Os materiais removidos, revestimento asfáltico e pedra irregular, não foram reutilizados na recomposição do pavimento, portanto foram direcionados a um bota-fora autorizado pela EMASA.

Figura 17 – Remoção do pavimento de blocos pedra irregular, Rua Acre.



Fonte: RESTELO

3.2.1.4. Escavação

A escavação foi realizada de forma manual e mecânica dependendo da profundidade em que a vala se encontrava. Inicialmente, a escavadeira executava a remoção de material até um nível próximo à profundidade desejada e posteriormente uma pessoa realizava o nivelamento da superfície do fundo da vala na cota exata de forma manual. A profundidade escavada era observada através da OS e a largura da vala dependia da profundidade, do tipo de tubulação assentada, seu diâmetro e o tipo de solo.

Porém, antes da escavação, foi realizada uma inspeção nas edificações próximas à obra, cuja finalidade era um registro fotográfico de todas as patologias pertencentes nas mesmas possibilitando a comparação das condições estruturais antes e após a conclusão, caso algum problema fosse identificado pelo proprietário. Esse registro leva em conta a fachada da construção, muros e calçadas. No caso do pavimento não apresentar-se em bom estado também era realizado um registro fotográfico das suas patologias.

Na figura 18b pode-se observar uma escavação com retroescavadeira. O depósito de material próximo à vala significa que esse material será reaproveitado para reaterro, decisão esta tomada pela fiscalização competente à obra, que avalia a qualidade do material. A figura 18a ilustra uma escavação com escavadeira utilizada para execução de valas mais profundas. Neste caso como a largura da vala abrange toda a via o material não é armazenado na lateral da vala mas em área próxima a execução da rede.

Figura 18a – Escavação de valas profundas.



Fonte: RESTELO

Figura 18b – Escavação com retroescavadeira.



Fonte: RESTELO

Figura 19 – Levantamento de patologias antes da execução.



Fonte: RESTELO.

Figura 20 – Levantamento de patologias nas construções, antes da execução.



Fonte: RESTELO.

3.2.1.5. Escoramento

A utilização do escoramento dentro da vala está vinculada a decisão do órgão fiscalizador da obra. Os critérios estabelecidos para determinar qual o tipo de escoramento a ser utilizado foram relativos à profundidade da vala e tipo de solo encontrado.

Nas valas com profundidade até 1,20 m não foi utilizado qualquer tipo de escoramento, devido à boa coesão dos solos encontrados, a partir de 1,20 m até 1,80 m de profundidade a escavação foi executada com auxílio de pontaleamento. Em valas maiores, com profundidades acima de 1,80 m e solos sem consistência, observou-se o uso de chapas metálicas como escoramento para auxílio na escavação. Nas figuras 21 e 22 observam-se os diferentes tipos de escoramentos utilizados.

Figura 21 – Escoramento com pontaleamento.



Fonte: RESTELO.

Figura 22 – Escoramento com chapas metálicas.



Fonte: RESTELO.

3.2.1.6. Esgotamento

Uma das maiores dificuldades encontradas em escavações é quando a profundidade a ser atingida encontra-se abaixo do nível de lençol freático. Esta situação ocorreu em apenas uma das ruas analisadas porém com grande intensidade.

A presença de água na vala causa grande instabilidades nas paredes da mesma podendo ocorrer desmoronamentos gerando riscos à segurança dos trabalhadores. Além disso em casos mais extremos como na rua em questão a existência de água no fundo da vala impossibilita o assentamento da tubulação impedindo a conclusão da obra.

Para atenuar esta possibilidade, observou-se o uso de ponteiras filtrantes e 2 conjuntos moto-bomba com duas bombas elétricas e 2 bombas à gasolina, mas mesmo com aplicação deste método nota-se, na imagem a seguir, a presença frequente de água no fundo da vala.

Figura 23 – Esgotamento com ponteiras filtrantes.



Fonte: RESTELO

Figura 24 – Escavação com presença de água.



Fonte: RESTELO

3.2.1.7. Assentamento

Os tubos utilizados na obra são de policloreto de vinila (PVC) e seus diâmetros nominais variam de 150 mm à 250 mm. Após o nivelamento da escavação, segundo as OS, foi executado o embasamento e o envelopamento da tubulação dependendo das condições observadas no fundo da vala.

Nas valas com pequena e média profundidade sem presença de água a execução da base foi realizada em saibro em uma camada de 10 cm. Em casos de valas mais profundas e com água presente no fundo da vala foi utilizada uma mistura com 30% de areia e 70% de saibro para execução do embasamento.

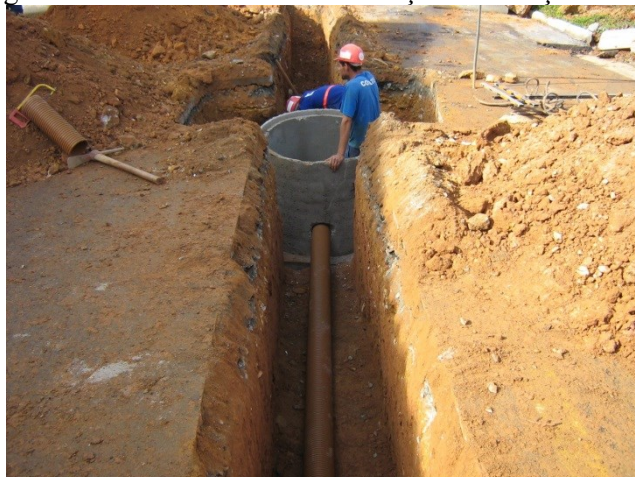
O envolvimento da tubulação sofreu uma variação entre os trechos observados dependendo do volume de tráfego e da quantidade de material de reenchimento sobre o tubo o que poderia causar sua instabilidade. O envelopamento foi executado com areia e sua espessura variou de 10 cm à 30 cm, com exceção das ruas em as condições de instabilidade não foram consideradas relevantes, o que coincidentemente ocorreu nas valas de menor profundidade localizadas em ruas com menor fluxo de veículos.

Figura 25 – Assentamento de tubulações.



Fonte: RESTELO.

Figura 26 – Assentamento de tubulação e execução de PV.



Fonte: RESTELO.

3.2.1.8. Reenchimento da vala

No reenchimento da vala foi utilizado o mesmo material escavado, salvo em algumas situações em que parte do solo encontrado foi descartado e substituído por argila. O aproveitamento foi definido pela fiscalização de campo através de observação visual (sem ensaios laboratoriais ou de campo).

A compactação se deu em camadas de até 15 cm através de soquetes manuais em valas de pouca profundidade e com compactadores mecânicos, por percussão, nas valas mais profundas. Durante o processo não houve controle do grau de compactação do solo tampouco da umidade ótima com exceção das vias com valas mais profundas em que a compactação foi executada a 100 % do Proctor Normal.

Figura 27 – Compactação mecânica por percussão, Rua Pernambuco.



Fonte: RESTELO.

Figura 28 – Compactação manual, Rua Maçarico.



Fonte: RESTELO.

3.2.1.9. Recomposição de pavimento

Nas ruas em que a escavação atingiu grandes profundidades e houve total desestruturação do pavimento, foi executada uma camada de base com 44 cm de espessura de macadame hidráulico e outra de brita graduada com 18 cm. Posteriormente, houve a imprimação da base com ligante asfáltico CM-30 e a aplicação de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) Faixa C em camada única de 7 cm de espessura, a compactação foi feita com rolo de pneus e rolo compactador.

As vias com valas de média profundidade (até 1,80 m) receberam uma camada de base de brita graduada com 20 cm de espessura sobre a vala e após a pintura de ligação em toda a largura da via foi executada uma camada de (CBUQ) Faixa C com 4 cm de espessura abrangendo todo leito carroçável. Em seguida, foi realizada novamente uma pintura de ligação e aplicada uma nova camada de (CBUQ – Massa Fina) com 3 cm de espessura e a compactação foi realizada também com rolo de pneus e rolo compactador.

Os casos em que a escavação alcançou no máximo 1,20 m foi aplicada também uma camada de 20 cm de espessura de base de brita graduada e posteriormente foi realizada a imprimação da base e a aplicação de 6 cm de CBUQ sobre a largura da vala. A compactação neste caso foi realizada com auxílio de placa vibratória.

Figura 29 – Execução de base de macadame hidráulico, Rua Acre.



Fonte: RESTELO.

Figura 30 – Aplicação de base de brita graduada, Rua Acre.



Fonte: RESTELO.

Figura 31 – Compactação com rolo de pneus, Rua Pernambuco.



Fonte: RESTELO.

Figura 32 – Compactação com placa vibratória, Rua Maçarico.



Fonte: RESTELO.

4. RESULTADOS

Neste capítulo é apresentado um levantamento em campo das patologias causadas pela execução inadequada da pavimentação, com o objetivo de identificar as causas dos defeitos e trazer soluções para correção dos problemas encontrados.

O cadastro do levantamento de dados em campo foi realizado em uma planilha padrão constante da norma DNIT 006/2003 PRO Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento. Nela foram registradas as principais patologias encontradas em pavimentos asfálticos como afundamentos no pavimento novo e trincamentos na borda com o pavimento antigo.

Como instrumentos auxiliares para a medição e localização das degradações, foram utilizados uma régua de 7 cm de largura e 1,20 m de comprimento, trenas de 7 m e 20 m, prancheta e caneta.

4.1. CRITÉRIOS PARA COLETA DE DADOS

Para a coleta dos dados foi estabelecido uma estação de levantamento a cada 20 m de extensão abrangendo uma área com largura total da pista de rolamento e extensão de 6 m, 3 m a ré da estação e 3 m avante. A coleta foi realizada no dia 17 de Abril de 2014, a pé nos trechos com inspeção visual e utilização de instrumento de medida. Durante a inspeção foram analisadas as patologias em decorrência da implantação de rede de esgoto sanitário e dos ramais de ligação. A extensão total analisada foi de 1750 m. Foram anotados os tipos de defeitos existentes e os respectivos níveis de severidade segundo a caracterização apresentada pela norma DNIT 005/2003 TER Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos Terminologia.

4.2. ANÁLISE DOS TRECHOS

Foram analisados 1750 m de recomposição de pavimento sobre valas em 5 ruas nos Bairros Estados e Ariribá no município de Balneário Camboriú no estado de Santa Catarina. As ruas escolhidas foram:

- a) Rua Acre: com baixo tráfego de veículos, porém localizada próxima à rodoviária apresentando tráfego pesado de ônibus.
- b) Rua Pernambuco: baixo tráfego de veículos porém localizada próxima à rodoviária entre duas vias importantes de acesso ao município.
- c) Av. dos Tucanos: baixo tráfego de veículos mas, serve de acesso a outras ruas do Bairro Aririba, não possui circulação de linhas ônibus.

diferencial entre o pavimento e a própria base do PV gerando trincas, separando as duas superfícies, porém sem causar erosão da superfície.

Foi observado também a presença de uma única trinca transversal no fim do trecho analisado, junto a esquina da rua Tocantins, local onde termina a etapa de recomposição do pavimento asfáltico analisada. Posteriormente a recomposição do pavimento, foram executadas algumas ligações domiciliares através de cortes no revestimento, o que gerou trincas e afundamentos localizados sobre a vala do ramal.

Figura 34 – Afundamento local, ligação domiciliar.



Fonte: O Autor.

Figura 35 – Trinca no Poço de Visita.



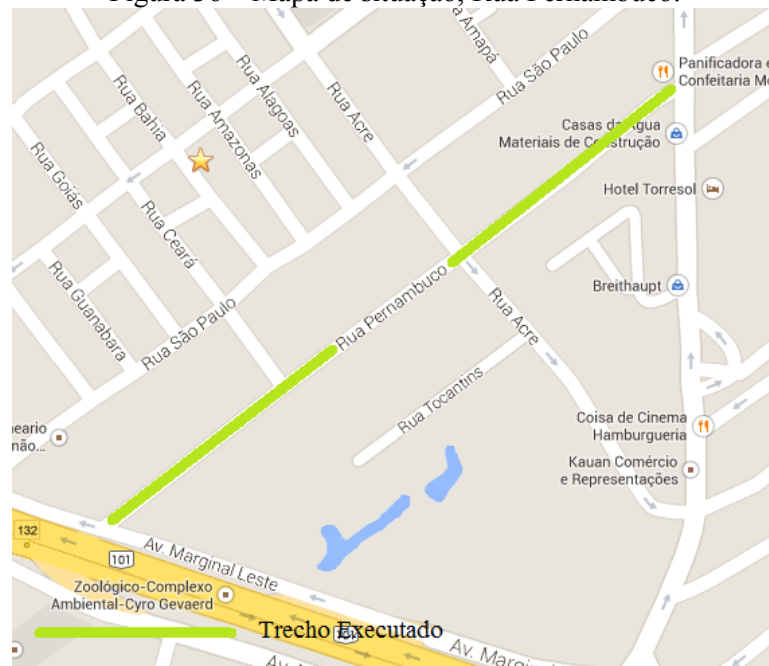
Fonte: O Autor.

4.2.2. Rua Pernambuco

Esta via apresenta tráfego baixo de veículos, porém situa-se próxima ao terminal rodoviário onde circulam ônibus pesados de linhas intermunicipais. Além disso, a rua está localizada entre a marginal da Rodovia BR-101 e a Av. dos Estados, duas vias de grande fluxo de veículos gerando em alguns casos fluxo de caminhões e outros veículos de grande porte. Mais um fator importante é a presença de uma construtora que abriga equipamentos pesados o que contribui para a deterioração do pavimento.

A pavimentação foi executada em 2009 numa extensão de 562 m, foram analisadas portanto 29 seções, resumidas no Apêndice A. A vala localiza-se no terço da rua, ou seja, o eixo da escavação está a uma distância do meio fio igual a um terço da largura da via. O Apêndice B apresenta o cálculo do IGG para a via em questão.

Figura 36 – Mapa de situação, Rua Pernambuco.



Fonte: Google Maps.

As trincas no entorno dos PV's e na região entre os bordos da vala e o pavimento foram os defeitos mais frequentes observados nas seções analisadas, o pavimento praticamente não apresentou afundamento por trilha de roda.

Todas as seções que possuem PV apresentaram desnível entre a tampa do PV e o pavimento. A regularização da camada do pavimento sobrepôs as bases dos PV's com intuito de promover uma superfície única, porém a consolidação diferencial entre o pavimento e a

própria base gerou trincas separando as duas superfícies e muitas vezes causando erosão do pavimento.

No eixo da via, próximo ao bordo onde foi executado a vala foi observado a presença de trincas longitudinais algumas vezes interligadas, porém de pequena espessura e sem erosão nos bordos laterais. Outro defeito observado foi a presença de afundamentos localizados por consolidação em locais onde foram executados ramais domiciliares com o aparecimento de trincas no em torno devido à grande deformação.

Figura 37 - Trinca no em torno de PV's, Rua Pernambuco.



Fonte: O Autor.

Figura 38 – Afundamentos sobre ramal domiciliar.

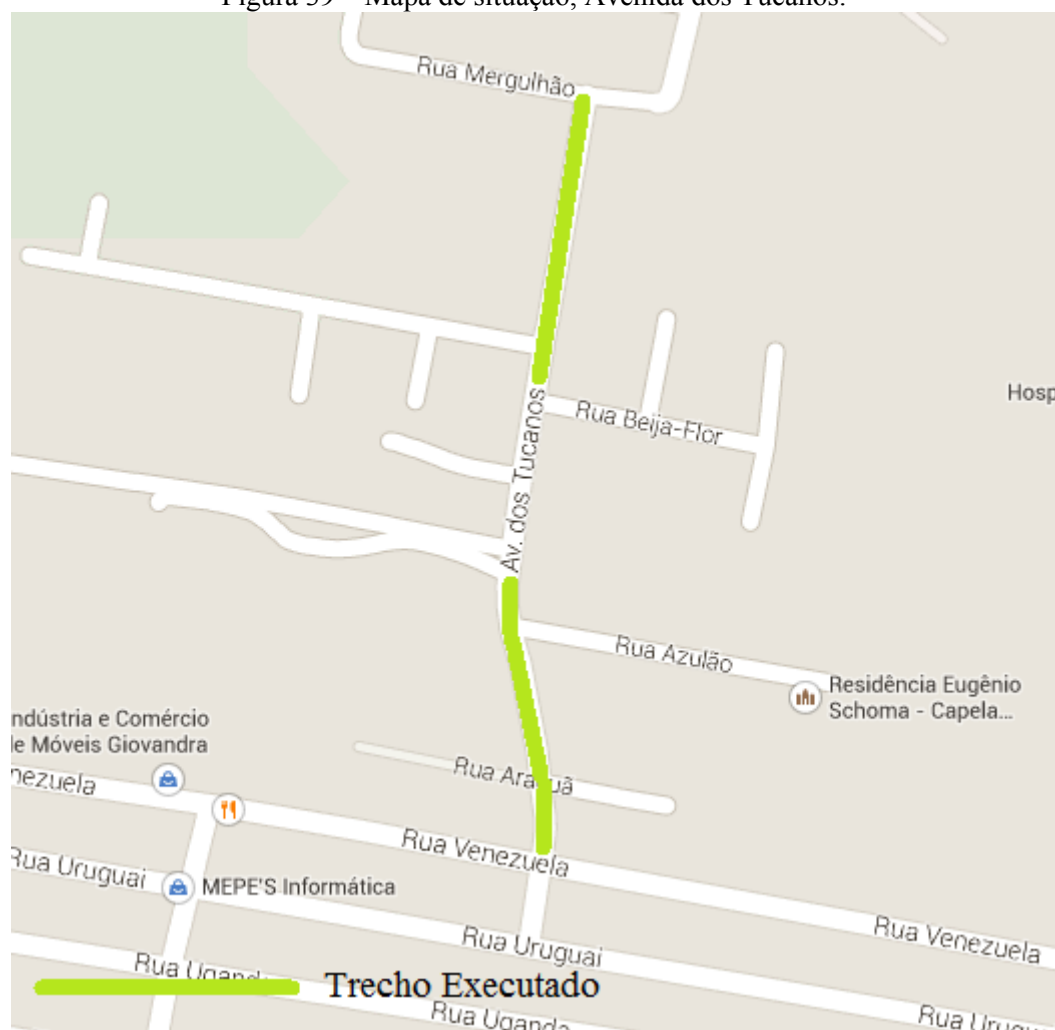


Fonte: O Autor.

4.2.3. Avenida dos Tucanos

A Avenida dos Tucanos apresenta baixo tráfego, porém, serve de ligação para outras ruas do bairro, e não é servida por linhas de ônibus. O remendo foi executado em média à 1,5 m do meio-fio com largura média de 1,40 m sendo solicitado portanto na passagem de quase todos os veículos. A recomposição do pavimento foi executada em 2009 e o comprimento total do levantamento foi de 400 metros ou seja 21 seções. O Apêndice A apresenta os defeitos resumidos para as seções analisadas, o Apêndice B apresenta o cálculo do IGG.

Figura 39 – Mapa de situação, Avenida dos Tucanos.



Fonte: Google Maps.

Todas as seções analisadas apresentaram trincamento nas bordas do remendo e na região próxima a este. Em muitos casos as trincas observadas eram interligadas com um alto grau de erosão nas bordas causando muitas vezes panelas no pavimento, essas trincas se espalharam por toda a largura da via atingindo todos os veículos que passam pela mesma.

Os afundamentos por trilha de roda por consolidação se fizeram presentes em toda a extensão da via e de modo intenso, também foi observado o trincamento no interior das trilhas de roda e sobre os PV's os quais as tampas foram cobertas pela camada de concreto asfáltico impedindo o acesso para possível manutenção da rede, serviço esse essencial para o perfeito funcionamento da mesma.

Figura 40 – Afundamento por consolidação, Avenida dos Tucanos.



Fonte: O Autor.

Figura 41 – Trincas Interligadas com erosão, Avenida dos Tucanos.

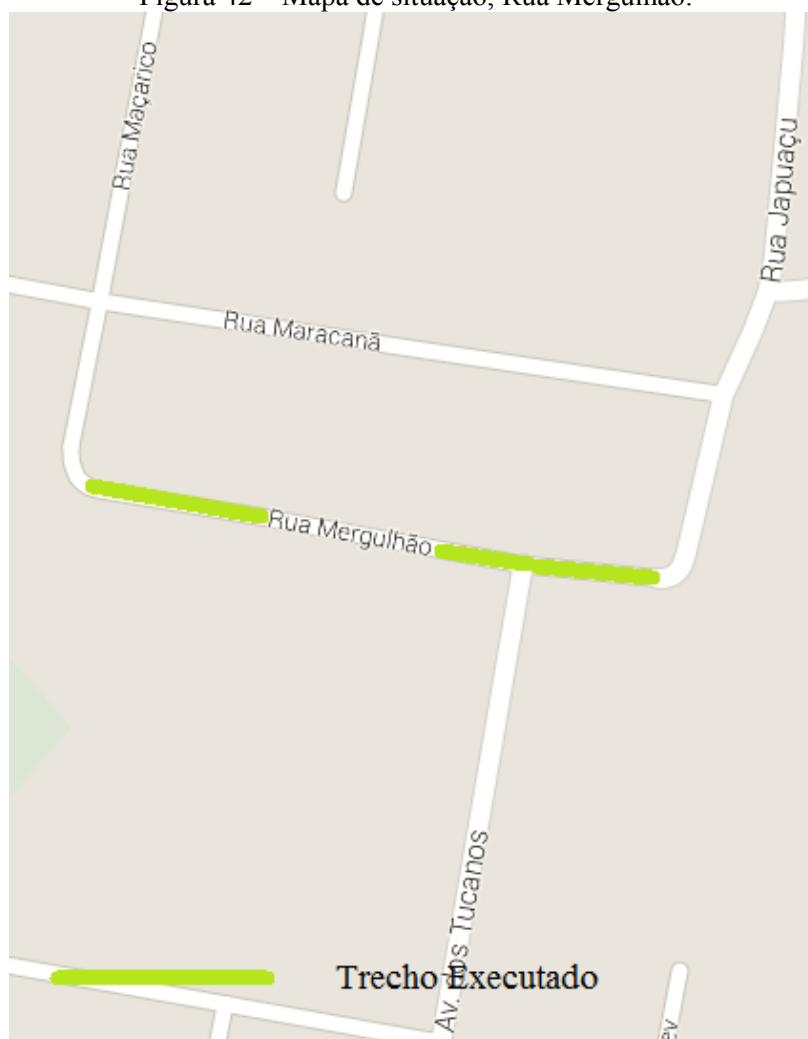


Fonte: Própria.

4.2.4. Rua Mergulhão

A rua Mergulhão apresenta baixo tráfego e contém dois trechos distintos, um serve de passagem à outras ruas do bairro e é interligado com a Avenida dos Tucanos, o outro da acesso à rua Maçarico, uma rua sem saída com algumas casas ainda em construção. O remendo foi executado a 2,5 m do meio-fio com largura média de 80 cm, a recomposição do pavimento foi executada em 2009 e o comprimento total analisado foi de 160 m compreendendo 8 seções. O Apêndice A apresenta as patologias observadas nas seções.

Figura 42 – Mapa de situação, Rua Mergulhão.



Fonte: Google Maps.

O aparecimento de trincas entre o remendo e o pavimento existente esteve presente em todas as seções, defeito agravado pela quantidade de ramais domiciliares executados na rua. As trincas existentes em muitos casos eram interligadas com erosão nas bordas.

O afundamento por consolidação na trilha de roda também se mostrou elevado inclusive sobre as valas para execução de ramais afetando ainda mais a serventia do pavimento. Em

certo ponto, o afundamento atingiu grau tão elevado que propiciou um grande acúmulo de água sobre o pavimento, além de trincas interligadas com erosão nas bordas. As trincas se propagaram por grande parte do leito carroçável, tanto no interior das trilhas de roda como no em torno das mesmas.

Figura 43 – Afundamento por consolidação, Rua Mergulhão.



Fonte: O Autor.

Figura 44 – Afundamento localizado sobre ramal domiciliar.



Fonte: O Autor.

4.2.5. Rua Maçarico

A via apresenta baixo tráfego principalmente por ser uma rua sem saída, foram analisados 375 m de pavimento totalizando 18 seções. O remendo foi executado primeiramente em 2007 e foi recuperado em 2009 devido a presença de defeitos na camada de asfalto sobre a vala. Esta foi executada no eixo da via com uma largura média de 80 cm, a rua não possui linhas de ônibus. O Quadro 8 apresenta os defeitos presentes no pavimento, o Quadro 12 apresenta o cálculo do IGG.

Figura 45 – Mapa de situação, Rua Maçarico.



Fonte: Google Maps.

As trincas entre o pavimento recuperado e o pavimento antigo foram observadas durante toda a extensão da via, se propagando também pelo entorno e pelo interior da vala, caracterizando-se como trincas interligadas e com grande erosão nas bordas possibilitando a ocorrência de panelas em alguns pontos.

A grande quantidade de ramais domiciliares também contribui para a degradação da serventia do pavimento. Os afundamentos na trilha de roda foram menores devido a restauração executada após a recomposição do pavimento sobre a vala porém a idade avançada do revestimento asfáltico propiciou um trincamento excessivo do restante do leito carroçável.

As tampas dos PV's foram executadas acima da camada de revestimento asfáltico gerando trincas devido à consolidação do pavimento.

Figura 46 – Trincas interligadas e panela, Rua Maçarico.



Fonte: O Autor.

Figura 47 – Trincas interligadas, Rua Maçarico.



Fonte: O Autor.

4.3. RESUMO DOS DADOS

Devido a variabilidade de tipos de recomposição de pavimento analisadas, execução de remendo e pavimentação de todo leito carroçável, os dados foram divididos em dois grupos e analisados separadamente visando a obtenção de um panorama mais real dos dados coletados.

Primeiramente serão analisados os dados obtidos nas vias em que a recomposição do pavimento foi realizada com a execução de remendo sobre a vala. Notou-se a presença das trincas entre o revestimento antigo e o novo em 100% das seções analisadas caracterizadas pelas trincas longitudinais longas. Este foi o defeito predominante em todo trecho observado. A ocorrência dessas trincas está intimamente ligada ao afundamento do pavimento o qual neste tipo de recomposição apresentou-se muito frequentemente, em torno de 89% das estações analisadas. Através dos dados conclui-se que o afundamento da pavimentação, na maioria das vezes, causou trincamento entre as bordas do remendo.

No em torno dos PV's foram observadas trincas caracterizadas como longitudinais e transversais curtas, a frequência relativa do aparecimento foi de 23% e 13%, respectivamente, principalmente devido à distância grande entre PV's. Essas trincas surgiram principalmente devido ao desnivelamento entre as bases de concreto das tampas dos PV's e o pavimento.

As trincas por fadiga foram observadas próximo às valas onde foram executadas a rede de esgoto e as ligações domiciliares. Em 21% das seções analisadas, notou-se a propagação das trincas entre o remendo e o pavimento antigo, mas devido a idade do pavimento já era esperado a aparição deste tipo de patologia.

Os afundamentos plásticos localizados estiveram presentes em 21% das estações observadas e foram caracterizados principalmente pela deflexão do pavimento sobre as valas para execução dos ramais domiciliares. Sobre a rede coletora os afundamentos foram caracterizados como trilha de roda, onde a média da deflexão foi de 26 milímetros. As placas foram encontradas em dois casos isolados, uma sobre a vala da rede coletora e outra sobre a vala de um ramal domiciliar junto a calçada, o aparecimento das mesmas é principalmente devido ao trincamento excessivo por fadiga. No Quadro 13 é apresentado o IGG geral das 3 ruas em questão.

Nas vias onde a recomposição do pavimento abrangeu todo leito carroçável os defeitos apresentados foram pontuais não sendo representativa a sua frequência relativa nem o cálculo do IGG geral. As trincas no em torno dos PV's foram causadas principalmente devido ao desnivelamento da base das tampas em relação ao pavimento e também causadas pela falta de aderência do revestimento sobre as bases de concreto dos PV's.

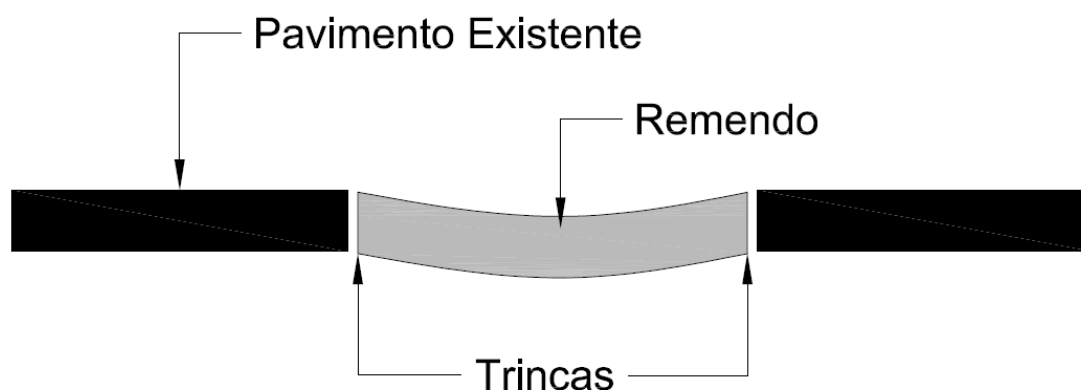
As trincas longitudinais longas foram observadas em alguns trechos na região sobre a vala porém com baixa severidade, possivelmente devido a falta de imprimação da base no momento da recomposição do pavimento. Os afundamentos plásticos localizados foram notados sobre as valas de ligações domiciliares, algumas executadas depois da recomposição do pavimento apresentando alguns remendos na via.

4.4. ANÁLISE DAS CAUSAS

O problema mais frequente levantado em campo foi o trincamento entre o remendo e o pavimento existente. A aderência entre as superfícies é de fundamental importância para o desempenho do revestimento, realizada com uma pintura de ligação utilizando emulsão asfáltica ou asfalto diluído (CM-30). No entanto, não houve controle da aplicação desses ligantes de maneira a cobrir totalmente as paredes laterais assim como o controle da compactação do concreto asfáltico, temperatura e densidade.

Esse fato foi agravado pelo afundamento da pavimentação causando esforços na ligação entre as duas superfícies, remendo e pavimento existente, e por consequência a ocorrência de trincas como ilustrado na Figura 48. Em algumas situações, tanto o desnivelamento do PV como o afundamento no entorno do mesmo também contribuíram para o aparecimento da patologia.

Figura 48 – Ocorrência de trincas.



Fonte: O Autor.

A execução padrão de 6 cm de concreto asfáltico e 20 cm de base de brita graduada na recomposição de pavimento das ruas com remendo causa uma diferença de desempenho entre o revestimento novo e o existente o que pode ter ocasionado trincas entre as superfícies. No caso da rua Pernambuco as trincas podem ter atingido o pavimento superior por reflexão.

O afundamento por consolidação está associado à falta de controle de compactação das camadas, não houve verificação da densidade in loco nem da umidade ótima das mesmas na maioria dos casos, fazendo com que os materiais apresentassem baixa resistência e alta compressibilidade. Um solo quando transportado e depositado para execução de aterro fica em um estado relativamente fofo e heterogêneo, portanto além de pouco resistente é muito deformável apresentando comportamento variável de um local para outro.

Os PV's também representaram parte das patologias encontradas principalmente devido aos afundamentos por consolidação no entorno dos mesmos. Os cortes laterais foram executados muito próximos às paredes do PV e o espaço existente impossibilitou a compactação devida do solo no entorno, através de soquetes manuais ou compactação mecânica. O revestimento asfáltico aplicado sobre as bases dos PV's executadas em concreto apresentou desprendimento devido à falta de aderência entre os materiais causada pela falta de uma pintura de ligação.

Outros problemas encontrados foram o trincamento por fadiga e o aparecimento de panelas, patologias que não estão diretamente relacionadas com a execução da rede de esgotamento sanitário e com a reposição do seu pavimento, mas com a idade do revestimento.

4.5. SOLUÇÕES

A prevenção é a melhor solução para evitar o aparecimento das patologias, com melhores métodos de execução, materiais, maior controle e gerenciamento das etapas, diminuem-se as possibilidades de aparecimento de defeitos e de intervenções a serem realizadas. A seguir são apresentadas as soluções tanto preventivas como corretivas para os principais defeitos encontrados nos remendos asfálticos do caso em estudo.

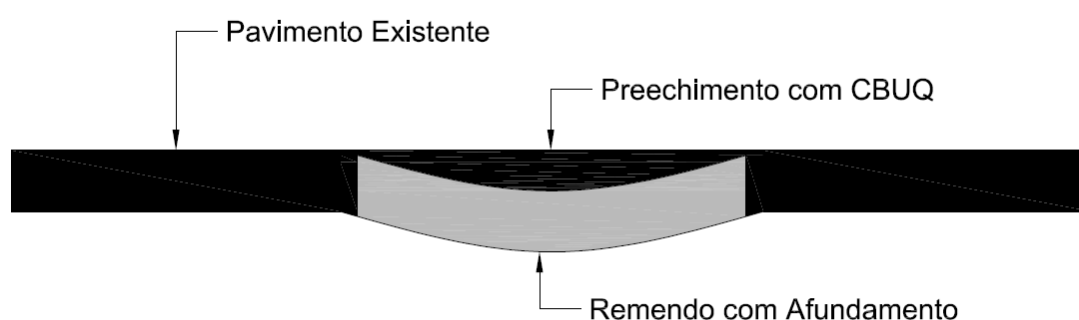
4.5.1. Afundamento sem solevamento lateral

No caso em estudo foi observada, durante a execução, a falta de controle do grau de compactação dos materiais sendo o responsável pelos afundamentos. Como solução preventiva, a camada compactada deve atender aos requisitos de umidade ótima dos materiais com graus de compactação (ensaio de proctor normal) acima de 95%. Se uma das camadas de reaterro não atender a umidade prevista, a parte mais seca poderá ser umedecida e a parte mais úmida removida, seca e reaplicada até que seja obtido o teor correto de umidade.

Como caráter corretivo, deve-se executar o preenchimento do rebaixo, com concreto asfáltico usinado a quente, alinhando-o com o pavimento existente, conforme a Figura 49. Para uma boa aderência e imprimação entre as camadas superficiais, deve-se aplicar primeiro

a emulsão asfáltica. As camadas de preenchimento devem ser planas, e não devem acompanhar o perfil de deformação, após o espalhamento da mistura deve ser executada a compactação. O acabamento da superfície deve ser harmônico com o pavimento existente, porém o processo só deve ser executado caso o afundamento tenha se estabilizado. Em casos de trincas sobre o remendo, a remoção do mesmo deve ser providenciada para evitar a reflexão de trincas na camada de regularização.

Figura 49 – Preenchimento do rebaixo.



Fonte: O Autor.

4.5.2. Trincas entre o remendo e o pavimento existente

Para a prevenção das trincas entre o remendo e o pavimento existente é fundamental o controle da pintura de ligação nas paredes entre o novo pavimento e o executado anteriormente. As trincas facilitam a entrada de água superficial no pavimento, e a água infiltrada poderá provocar a perda de resistência e a ruptura das camadas inferiores.

Como caráter corretivo, as trincas entre o remendo e pavimento existente devem ser seladas com emulsão asfáltica para evitar a penetração de água e a consequente degradação do pavimento.

4.5.3. Patologias relacionadas com poços de visita

O desnivelamento da tampa pode ser evitado com controle das cotas entre a tampa e o pavimento existente. Os afundamentos nas laterais dos PV's são causados pela falta de compactação devido à dificuldade de acesso. Portanto, a melhor forma de evitá-los é aumentando as zonas laterais, de modo que haja espaço suficiente para a compactação.

Como medida corretiva deve-se retirar a tampa, retirar o excedente de concreto de regularização existente entre o último anel de concreto do PV e a base da tampa, nivelando-a

em relação ao pavimento existente. Se o poço de visita apresentar trincas no entorno, elas devem ser seladas, caso as trincas estejam acompanhadas de afundamento, o material asfáltico deve ser removido e executado novamente.

4.5.4. Outras Patologias

Nos casos de panelas e trincamento por fadiga do tipo couro de jacaré a medida corretiva indicada é a remoção total do pavimento asfáltico degradado, com corte retilíneo da área afetada e sua reposição, promovendo assim uma superfície uniforme do pavimento.

5. CONCLUSÕES

Os defeitos encontrados indicam em sua maioria que as causas estão associadas aos processos construtivos, visto que com métodos diferentes de pavimentação as patologias observadas diminuíram sua severidade e até se extinguíram em alguns casos.

O trincamento causado pelo deficiente contato entre o pavimento novo e o antigo contribuiu para grande parte das patologias encontradas. Sua ocorrência se deve a falta de aderência entre as superfícies. O surgimento das trincas também esteve relacionado com a presença de afundamentos sem sollevamento lateral, o que gerou esforços na área do remendo com o revestimento existente.

O afundamento da recomposição do pavimento mostrou que a ausência do controle do grau de compactação dos materiais comprometeu seriamente a qualidade dos remendos. O material de reaterro deve ter as características previamente estudadas visando o conhecimento do tipo de solo, a homogeneidade, compactação, umidade, suporte, expansibilidade e compressibilidade. O aproveitamento do material local, determinado pela fiscalização sem ensaios prévios, também pode ter comprometido o desempenho do pavimento, contribuindo para o surgimento da patologia.

O desnivelamento esteve relacionado também com a compactação do solo. Neste caso, a dificuldade de acesso dos equipamentos para execução dos serviços entre a parede da vala e do PV comprometeu a resistência das camadas inferiores e causou o afundamento originando um desnivelamento do poço de visita. Fato este que poderia ser prevenido caso o projeto previsse um largura maior de escavação no em torno dos PV's.

A execução padrão de 6 cm de asfalto e 20 cm de brita graduada, para qualquer tipo de remendo executado, também pode ter comprometido o desempenho do pavimento recomposto, pois não foi considerada a espessura das camadas do pavimento existente criando duas zonas de desempenho distintos. A recomposição do pavimento deveria ser executada

conforme o perfil do pavimento existente, respeitando espessura e tipo de material, tanto da camada de revestimento como de base.

Finalmente, pode-se concluir que problemas de execução, padronização e utilização de materiais foram os motivos significativos para a ocorrência das patologias. Com a melhor qualidade de mão de obra executante do serviço, aplicação de ligantes asfálticos adequados, um controle de grau de compactação de todos materiais utilizados, da temperatura de aplicação do concreto asfáltico e da execução do pavimento conforme as camadas apresentadas nas vias, as patologias teriam um decréscimo significativo, melhorando o desempenho dos remendos, e evitando futuras correções.

Como todas essas diretrizes e recomendações encontram-se descritas em diversas normas e especificações de órgãos públicos e prefeituras de grandes cidades, pode-se dizer que se elas forem seguidas os defeitos e problemas encontrados neste trabalho dificilmente se repetirão. Fica como sugestão para trabalhos futuros a análise e compilação das técnicas de execução de redes de esgoto sanitário normatizadas por órgãos públicos para obtenção de um pavimento sem defeitos ou patologias. Além disso também é possível a realização de um estudo sobre a deformabilidade do tubo e do solo em torno deste e como ambos afetam a serventia do pavimento.

REFERÊNCIAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: 1986.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9649**: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: 1986.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7367**: Projeto e assentamento de tubulações de PVC rígido para sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: 1988.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9814**: Execução de rede coletora de esgoto Sanitário. Rio de Janeiro: 1987.

Brasil. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual** de Restauração de pavimentos asfálticos - 2. ed. - Rio de Janeiro, 2005.

Brasil. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **NORMA** DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos, Terminologia. Rio de Janeiro: 2003.

Brasil. Ministério do Planejamento. PAC 2. **Sobre** o PAC. [SI]: [20--?]. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/sobre-o-pac>>. Acesso em: 12 de abril 2014.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO. **Manual** de Sinalização Urbana: Obras Vol. 8. 2. ed. São Paulo: 2005.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DAER-ES-CON 010.0/07**. [SI]: [19--?].

EBP Estruturadora Brasileira de Projetos. [Diretrizes técnicas anexo IV]. [SI]: [2003]. Disponível em: <http://www.ebpbrasil.com/ebp/web/arquivos/EBP_Anexo04_Diretrizes_tecnicas.pdf>. Acesso em: 13 de Abril 2014.

GARCEZ, Arnaldo Carvalho. **Contribuição** para melhoria do desempenho dos pavimentos urbanos através do controle de qualidade do reaterro de valas de serviços concessionados. Florianópolis: 2010.

INSTRUÇÃO de reparação de pavimentos flexíveis danificados por aberturas de valas. [SI]:2004.

ISC 14/04 - EXECUÇÃO de reparos de fissuras e trincas dos pavimentos betuminosos: [SI]:[20--?].

LOPES, Humberto Naberezny. **Recomposição** da pavimentação das vias urbanas de São Paulo em decorrência da abertura de valas no pavimento. São Paulo: 2006.

MASSARO, Leonardo Curval. **Planejamento** da execução de remendo em vias urbanas sob o enfoque da logística de serviços. São Carlos: 2005.

PREFEITURA do Recife. Secretaria de Serviços Públicos. Empresa de Manutenção e Empresa Urbana. **Diretrizes** executivas de serviços de pavimentação. Vol. 5. Recife: 2003.

RESTELO Soluções em Saneamento. Recuperação e revitalização de vias urbanas e passeios: Relatório – Termo N° 13. Balneário Camboriú: 2009.

SANEAGO. **Sistema** de esgotos sanitários. Apresenta os elementos constituintes de um sistema de esgotamento sanitário. Disponível em: <
<http://www.saneago.com.br/site/?id=esgoto3&tit=esgoto>>. Acesso em: 13 de Abril 2014.

SANEPAR. **Manual** de obras e saneamento: Módulo 10. Revisão 2. [Paraná]:1996.
Disponível em :< http://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/informacoes-tecnicas/mos-4a-edicao/mos_4ed_v00_completo.pdf> Acesso em: 13 de Abril 2014.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Esgotamento** sanitário: Projetos e construção de sistemas de esgotamento sanitário: guia do profissional em treinamento: nível 2. Salvador: ReCESA, 2008.

APÊNDICE A – Levantamento das patologias.

Quadro 3 – Levantamento das patologias, Rua Pernambuco, estacas 1 à 15.

Estaca ou KM	Trincas Isoladas						FC-2		FC-3		ALP (4)	ATP (4)	O (5)	P (5)	EX (6)	D (7)	R (8)	ALC	ATC	E	Flechas		OBS:
	FI (1)	TTC (1)	TTL (1)	TLC (1)	TLL (1)	TRR (1)	J (2)	TB (2)	JE (3)	TBE (3)											TRI	TRE	
1																					0	0	
2		X																			0	0	
3																					0	0	
4																					0	0	
5																					0	0	
6																					0	0	
7		X																			0	0	
8		X		X																	2	0	
9							X				X										4	0	
10		X																			0	0	
11							X														0	0	
12		X																			0	0	
13											X										0	0	
14									X												2	0	
15		X																			0	0	

Fonte: O Autor.

Quadro 4 – Levantamento das patologias, Rua Pernambuco, estacas 16 à 29.

Estaca ou KM	Trincas Isoladas						FC-2		FC-3		ALP (4)	ATP (4)	O (5)	P (5)	EX (6)	D (7)	R (8)	ALC	ATC	E	Flechas		OBS:
	FI (1)	TTC (1)	TTL (1)	TLC (1)	TLL (1)	TRR (1)	J (2)	TB (2)	JE (3)	TBE (3)											TRI	TRE	
16					X																0	0	
17																					0	0	
18					X																3	0	
19																					0	0	
20		X							X												4	0	
21																					0	0	
22		X			X																2	0	
23					X																0	0	
24																					0	0	
25																					0	0	
26					X																0	0	
27																					0	0	
28		X																			0	0	
29																					0	0	

Fonte: O Autor.

Quadro 5 – Levantamento das patologias, Avenida dos Tucanos, estacas 1 à 14.

Estaca ou KM	Trincas Isoladas						FC-2		FC-3		ALP (4)	ATP (4)	O (5)	P (5)	EX (6)	D (7)	R (8)	ALC	ATC	E	Flechas		OBS:
	FI (1)	TTC (1)	TTL (1)	TLC (1)	TLL (1)	TRR (1)	J (2)	TB (2)	JE (3)	TBE (3)											TRI	TRE	
1					X																33	0	
2					X																17	0	
3					X																31	0	
4					X				X												42	0	
5				X	X				X												70	0	
6					X																32	0	
7					X																40	0	
8					X				X					X							30	0	
9				X	X																52	0	
10					X																29	0	
11					X																15	0	
12					X																30	0	
13					X																25	0	
14					X																32	0	

Fonte: O Autor.

Quadro 6 – Levantamento das patologias, Avenida dos Tucanos, estacas 15 à 21.

Estaca ou KM	Trincas Isoladas						FC-2		FC-3		ALP (4)	ATP (4)	O (5)	P (5)	EX (6)	D (7)	R (8)	ALC	ATC	E	Flechas		OBS:
	FI (1)	TTC (1)	TTL (1)	TLC (1)	TLL (1)	TRR (1)	J (2)	TB (2)	JE (3)	TBE (3)											TRI	TRE	
15					X																47	0	
16					X																45	0	
17					X																42	0	
18				X	X																35	0	
19					X																53	0	
20					X																41	0	
21					X																32	0	

Fonte: O Autor.

Quadro 7 – Levantamento das patologias, Rua Mergulhão, estacas 1 à 8.

Estaca ou KM	Trincas Isoladas						FC-2		FC-3		ALP (4)	ATP (4)	O (5)	P (5)	EX (6)	D (7)	R (8)	ALC	ATC	E	Flechas		OBS:
	FI (1)	TTC (1)	TTL (1)	TLC (1)	TLL (1)	TRR (1)	J (2)	TB (2)	JE (3)	TBE (3)											TRI	TRE	
1				X			X														65	32	
2			X	X					X		X										25	0	
3				X																	21	0	
4			X	X							X										24	0	
5				X																	27	0	
6			X	X							X										30	0	
7			X	X					X		X										33	0	
8				X																	31	0	

Fonte: O Autor.

Quadro 8 – Levantamento das patologias, Rua Maçarico, estacas 1 à 18.

Estaca ou KM	Trincas Isoladas						FC-2		FC-3		ALP (4)	ATP (4)	O (5)	P (5)	EX (6)	D (7)	R (8)	ALC	ATC	E	Flechas		OBS:
	FI (1)	TTC (1)	TTL (1)	TLC (1)	TLL (1)	TRR (1)	J (2)	TB (2)	JE (3)	TBE (3)											TRI	TRE	
1		X			X				X		X										0	0	
2		X			X				X		X										20	0	
3			X		X		X														21	0	
4					X																25	0	
5					X																5	0	
6					X				X												0	0	
7					X																6	0	
8		X			X				X		X			X							0	0	
9					X																0	0	
10					X		X														5	0	
11					X																23	0	
12		X			X						X										40	0	
13					X				X												23	0	
14					X																7	0	
15		X			X						X										0	0	
16		X			X						X										3	0	
17					X																10	0	
18					X																4	0	

Fonte: O Autor.

APÊNDICE B – Cálculo do IGG.

Quadro 9 – Cálculo do IGG, Rua Pernambuco.

Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	10	10	34%	0,2	6,9	
2	(FC - 2) J, TB	2	2	7%	0,5	3,4	
3	(FC - 3) JE, TBE	2	2	7%	0,8	5,5	
4	ALP, ATP	2		7%	0,9	6,2	
5	O e P			0%	1	0,0	
6	EX			0%	0,5	0,0	
7	D			0%	0,3	0,0	
8	R			0%	0,6	0,0	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	0	0,6	0,3	1 A (4/3) 1 B ()	0,4	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	0	1,54	0,77	2 A () 2 B ()	0,8	
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		29	SOMATÓRIO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL =			23,2	BOM

Fonte: O Autor.

Quadro 10 – Cálculo do IGG, Avenida dos Tucanos.

Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	21	21	100%	0,2	20	
2	(FC - 2) J, TB	0	0	0%	0,5	0	
3	(FC - 3) JE, TBE	3	3	14%	0,8	11	
4	ALP, ATP			0%	0,9	0	
5	O e P	1		5%	1	5	
6	EX			0%	0,5	0	
7	D			0%	0,3	0	
8	R			0%	0,6	0	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	0	37	18,5	1 A (4/3x18,5) 1 B ()	25	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	0	156	78,0	2 A () 2 B (50)	50	
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		21	SOMATÓRIO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL =			111	RUIM

Fonte: O Autor.

Quadro 11 – Cálculo do IGG, Rua Mergulhão.

Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	8	8	100%	0,2	20	
2	(FC - 2) J, TB	1	1	13%	0,5	6,25	
3	(FC - 3) JE, TBE	2	2	25%	0,8	20	
4	ALP, ATP	4		50%	0,9	45	
5	O e P			0%	1	0	
6	EX			0%	0,5	0	
7	D			0%	0,3	0	
8	R			0%	0,6	0	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	4	32	18	1 A (18 x 4/3) 1 B ()	24	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	128	193	160,5	2 A () 2 B (50)	50	
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		8	SOMATÓRIO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL =			165,25	PÉSSIMO

Fonte: O Autor.

Quadro 12 – Cálculo do IGG, Rua Maçarico.

Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	18	18	100%	0,2	20	
2	(FC - 2) J, TB	2	2	11%	0,5	6	
3	(FC - 3) JE, TBE	5	5	28%	0,8	22	
4	ALP, ATP	6		33%	0,9	30	
5	O e P			0%	1	0	
6	EX			0%	0,5	0	
7	D			0%	0,3	0	
8	R			0%	0,6	0	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	0	11	5,5	1 A (5,5 x 4/3) 1 B ()	7	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	0	137	69	2 A () 2 B (50)	50	
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		18	SOMATÓRIO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL =			135	RUIM

Fonte: O Autor.

Quadro 13 – Cálculo do IGG geral.

Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	18	18	100%	0,2	20	
2	(FC - 2) J, TB	2	2	11%	0,5	6	
3	(FC - 3) JE, TBE	5	5	28%	0,8	22	
4	ALP, ATP	6		33%	0,9	30	
5	O e P			0%	1	0	
6	EX			0%	0,5	0	
7	D			0%	0,3	0	
8	R			0%	0,6	0	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	0	11	5,5	1 A (5,5 x 4/3) 1 B ()	7	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	0	137	69	2 A () 2 B (50)	50	
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		18	SOMATÓRIO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL =			135	RUIM

Fonte: O Autor.